MEMORIA

SUI TERRENI STRATIFICATI DELLE ALPI

DI

ANGELO SISMONDA

PROFESSORE DI MINERALOGIA

Letta nell'adunanza delli 15 dicembre 1839.

Una parte del terreno di cui si compone l'elevatissima catena delle Alpi ha sofferto tali cambiamenti chimico-fisici (metamorfosi) per cui più rassomiglia al terreno primitivo che non al giurassico, al quale in varii scritti io procurai provare che si riferisce rispetto all'età. E deriva per l'appunto in gran parte da questi cambiamenti e trasmutazioni la malagevolezza di riconoscere se nelle Alpi esistano i singoli terreni dell'epoca giurassica, ovvero se esse manchino di qualch' uno come è stato riconosciuto in diverse contrade, dove il suolo è meno sconvolto, le roccie poco o niente cambiate dal primitivo loro stato, e dove infine rimangono spoglie di animali vissuti in quella remotissima età.

Da che attendo allo studio della geologia alpina ebbi mai sempre in mira la distinzione dei terreni, sentendo anch' io che una classificazione puramente generica non poteva essere abbastanza soddisfacente. Ma al conseguimento di questo scopo occorreva avere la più perfetta possibile conoscenza di tutto il paese. Il lavoro della carta geologica dei Regii Stati m'obbligò appunto a indagini estesissime, mercè delle quali sono ora in grado di far noti alcuni miei pensamenti sui terreni della formazione giurassica (oolitica) esistenti nelle Alpi. Essi sono il risultamento de'miei studii su queste regioni fatti in un viaggio lungo il dorso occidentale della catena tra il Monte Bianco, e *S. Dalmas le Sauvage* nella valle della Tinea, viaggio che conobbi il più instruttivo che si possa a questo riguardo per avventura eseguire, poichè s' incontrano successivamente parecchi terreni rappresentanti la formazione giurassica, dove insieme riuniti, e dove parte sola della frazione: nè questo è il solo vantaggio scientifico che se ne possa ritrarre; si impara altresì a distinguere le loro varie maniere di metamorfosi, i loro sconvolgimenti, e infine la massima parte delle roccie che si suppongono essere causa efficiente di questi ultimi due effetti, alla lor volta chimici e meccanici.

Intorno all'epoca dei terreni alpini scrissero i più distinti Geologi dell'età nostra. Io giudico conveniente far precedere alla mia opinione un brevissimo cenno dei loro pensamenti, e ciò non solo per provare l' importanza dell'argomento, ma eziandio per avvertire le difficoltà da ognuno di essi incontrate, e conciliarmi così l'indulgenza, quando si trovasse che la mia classificazione in qualche sua parte non fosse abbastanza precisa.

Il primo a discutere questo argomento è stato il sig. Brochant. Le sue osservazioni, abbenchè ristrette alla Tarantasia e ad alcune regioni a questa valle circostanti, nulladimeno sono applicabili a tutta la catena, che si prolunga negli Stati Sardi. L'interposizione di breccie e di poddinghe ne'calcari saccaroidi è stato il motivo principale che indusse il Brochant a togliere dalla formazione primitiva quegli strati, e collocarli nell'intermediaria (1). Una tale innovazione per le idee in allora dominanti tra i cultori della scienza comparì in principio assai ardita, ma siccome tutti si accordavano nel negare l'esistenza di vestigie orga-

(1) V. Journal des mines. Tom. 23. pag. 321. 1808.

niche al terreno primitivo, gli oppositori furono indotti a credere dalla presenza dell'antracite, accompagnato da impronte di foglie e fusti di vegetabili, e s'accordarono col BROCHANT a levare dal terreno primitivo, e collocare invece nell'intermediario, i calcari cristallini, le specie di quarziti, le varie maniere di scisti alternanti ne'monti della Tarantasia colle poddinghe.

L'opinione del BROCHANT fu poi contraddetta dal BUKLAND conoscitore espertissimo dei terreni dell'Inghilterra sua patria. Questi dopo un viaggio nelle Alpi scrisse sulla classificazione de' loro terreni. Le sue idee nuove ed in opposizione alla comune credenza, impegnarono i Geologi a profonde considerazioni. Egli colloca nella formazione intermediaria i terreni dei monti posti tra Glaris ed i Grigioni. Altrove ammette roccie della formazione della nuova arenaria rossa *(Nouveau grès rouge; Red Sandstone formation)* e del liasse (1); insomma vede nelle Alpi il suolo dell'Inghilterra da lui cotanto illustrato. Ma la maggior maraviglia fu che indicò ad altezze considerevoli il terreno cretaceo inferiore. È pur vero che le verità, meglio dimostrate dappoi, incontrano al primo loro apparire contestazioni da parte di chi dovrebbe riconoscerle e propagarle, e non è che a stento, che arrivano ad aprirsi una via in mezzo agli errori. Il BUKLAND a questo proposito non avventurava la sua opinione; si fondava su quanto vi ha di più certo in fatto di caratteri geologici, cioè sui fossili.

Nella Savoia e nella Svizzera occidentale se n'erano trovati nelle catene del *Buet*, *des Dents du midi*, *de Morcles*, e *des Diablerets*, i quali non differiscono da quelli della formazione cretacea inferiore di *Rouen* e di *Blacledown*. Quasi nel medesimo tempo il celebre Mineralogo e Geologo BRONGNIART emanò le stesse idee riguardo ai fossili della Savoia; ma ben diverso fu il suo giudizio rispetto a quelli *des Diablerets*, delle Alpi di *Schwitz* e di *Glaris*: egli li giudicò caratteristici del calcare grossolano (terziario) dei contorni di Parigi (2).

Mosso dalla curiosità e dall'amore di conoscere il vero, il signor BAKEWELL s'accinse allo studio dei terreni delle Alpi, venne nella Ta-

(1) Volendo dare una desinenza italiana al *Lias* dei geologi Francesi, Inglesi ec., io chiamo in questo scritto un tal terreno Liasse, nella guisa stessa che gli Italiani appellarono i *Gas* Gassi.

(2) V. Annal. des mines 1821: Descript. des environs de Paris 1822. Terrains calcaires trapp. 1823.

rantasia, e conchiuse che gli scisti con impressioni di felci e antracite, i quali coprono le roccie cristalline del pendio meridionale e settentrionale della catena del Monte Bianco, sono della formazione carbonosa (Stein shohl formation). Il calcare ed altre roccie sovrastanti alle accennate furono da lui collocate nel liasse.

Le difficoltà crescevano col moltiplicarsi le osservazioni, poichè non sì tosto un'opinione era conosciuta, che si cercavano fatti per combatterla, e si davano ragioni a cui era forza credere. Egli si è fra tanto discordi sentimenti, che il sig. Elia di Beaumont intraprese arditamente a dimostrare, che i terreni sedimentosi inferiori nella Tarantasia corrispondono al liasse. Fra gli argomenti favorevoli a questa sua opinione, uno ve ne ha che annulla ogni avviso contrario, ed è la presenza delle *Belemniti* negli scisti di *Petit-cœur*, fossili come ognun sa incogniti fin ora nei terreni inferiori al liasse; è bensì vero che nella stessa località si trovano impronte di vegetabili dichiarati dal celebre Adolfo Brongniart della formazione carbonosa: ma questo fatto non distrugge per niente il primo. Non è inverisimile che le medesime specie di vegetali siensi conservate a malgrado le diverse rivoluzioni succedute tra il periodo del terreno carbonoso e quello del liasse; e se questa spiegazione non appaga, altre se ne potrebbero addurre, benchè si trovi sempre artifizio a combatterle, come avviene quando non si vuole, o non ci aggrada dichiararci sostenitori di un' opinione quand'anche resa probabilissima dai fatti. Gli scisti belemnitici essendosi dapprima verificati inferiori ai terreni impressi da felci, subito fu detto dai partigiani del sistema carbonoso essere nelle Alpi succeduto un rovesciamento degli strati, lo che è assai frequente in certe località, frequentissimo poi in queste montagne, ove a più riprese il suolo fu urtato e sconvolto; però niente annunzia in quella regione un simile sconcerto, e quando piacesse stiracchiare e contorcere i fatti, perchè provino quel che non è, non s'otterrebbe ancora l'intento, poichè le belemniti con entrochi esistono egualmente negli strati inferiori e superiori agli scisti improntati di foglie e fusti di vegetali. Convennero col Beaumont la maggior parte dei Geologi, solo vi resistettero coloro che non avevano una particolare conoscenza delle Alpi. Basti dire in onore dell' opinione del Beaumont, che lo stesso sig. Brochant l'abbracciò e l'adottò ne'suoi posteriori scritti. Tutto ciò che io qui riferisco sul terreno della Tarantasia, lo giudico applicabile a una certa porzione del terreno lungo le Alpi tra

il S. Gottardo e la sorgente del Tanaro, vale a dire verso quel punto, ove i Geografi fanno queste congiungersi con gli Apennini.

L'arrendersi del Brochant e di parecchi altri Geologi di fama egualmente celebrata avrebbe dovuto togliere ogni dubbiezza; eppure non mancarono, e non mancano tuttora i pertinaci ed insistenti nelle primiere idee. Il sig. Lill de Lilienbach pubblicò interessanti spaccati delle Alpi di Salzburg (1), regioni che furono pressochè contemporaneamente esplorate dai celebri signori Sedgwick e Murchison (2), i quali ammettono una grande somiglianza, anzi identità tra le roccie del Salisborghese, da loro dichiarate di *transizione*, e quelle cristalline scistose, e le calcari della Tarantasia. Se intendono con ciò di stabilire la contemporaneità delle roccie ne'due nominati paesi, la loro opinione secondo me non è ammessibile rispetto alla Tarantasia, ove il terreno sedimentoso più antico, come già si disse e si ripeterà in appresso, appartiene al liasse. Questa stessa opinione è stata adottata dal sig. Necker de Saussure, il quale poi mette come il celebre Alessandro Brongniart nella formazione cretacea certe roccie con fossili a quelle soprapposte (3).

Non proviene da incertezza della scienza la diversità delle opinioni di tanti distintissimi Geologi sopra una questione, che non è poi sempre gran fatto difficile; ma proviene unicamente dallo stato fisico e chimico del suolo. Esiste nelle Alpi un grande sconvolgimento nella stratificazione; le roccie subirono notevoli metamorfosi, o alterazioni, per cui i metodi soliti sono insufficienti. Io supplii alla mancanza locale dei fossili seguitando gli strati, ogni qualvolta fu possibile, fin dove o per il loro stato, o per altra cagione a noi ignota se ne trovano. E desiderando di vie meglio assicurarmi sulle proprie mie idee visitai varii dipartimenti della Francia, percorsi una parte della Svizzera, e passai poscia nell'Inghilterra, nel Belgio e nella Germania, ove giudicava dover incontrare terreni ai nostri corrispondenti, lo che mi mise in grado di

---

(1) V. Leonh. jahr 1830. Neves jahr 1833.

(2) V. Philos. mag. 1830. Geolog. Trans. Vol. III.

(3) V. *Lettre du Profes.* L. A. Necker de Saussure *au Prof.* G. Maurice, *etc.* . . . . *sur les filons granitiques et porphiritiques de Valorsine, et sur le gisement des couches coquillières des montagnes de Sales, des Fizs, et de Platet. Bibliothèque Universelle pag.* 62. *Septembre* 1826.

stabilire paragoni, senza dei quali non si potrebbe decidere l'epoca rispettiva e relativa tra i nostri e quei terreni.

Io ho già divisa la formazione giurassica (oolitica) delle Alpi tra il S. Gottardo e le sorgenti del Tanaro in due terreni (1). Considerai l'*inferiore* come il corrispondente del liasse, il quale è il più antico dei terreni ch'io conosca in tutta la catena situata tra i due indicati punti. Nel *superiore* restavano per necessità collocati, siccome meglio m'assicurai in progresso di tempo, l'oolite inferiore, e complessivamente i varii altri terreni della formazione fino al calcare della *porta di Francia* detto anche *Portlandien.* Il sig. Elia di Beaumont nella sua memoria, *Sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite situé au col du Chardonet* (2), aveva già indicato e proposto anch'esso la divisione in due terreni della formazione giurassica (oolitica) alpina: mette nel liasse il più *inferiore* di essi; in quanto poi al *superiore* non suggerisce nessuna serie di terreni a cui si abbia a riferire, nè se di una sola, oppure di parecchie esso sia composto.

Secondo me la parte superiore della formazione giurassica ammette nelle Alpi le stesse divisioni, ossia è composta degli stessi terreni stati in essa riconosciuti nella Francia, in Inghilterra, ec., ove la presenza dei fossili ne rende facile e sicura la distinzione. Da noi si depose sopra un suolo già fatto disuguale e montuoso per sollevamenti anteriori. Il Monte Bianco stesso è opera di parecchi simili avvenimenti, cominciati certamente prima dell'epoca oolitica, e ripetutisi durante ancora il periodo della formazione terziaria. Le giogaie cui appartiene questo più alto monte d'Europa sono composte di diverse qualità di roccie di sollevamento, e di roccie primitive. I loro due capi estremi si nascondono sotto strati dell'epoca giurassica, i quali da una parte montano poco sopra il *Col de la Seigne*; dall'altra vestono gran parte della catena, che ci separa dal Valese. I fianchi poi ne sono denudati, essendo interposte tra essi ed i monti giurassici, la valle *Ferret,* che si continua in quella dell'*Allée blanche* dal lato di levante, e la valle *Chamonix*, ove scorre l'*Arve* verso ponente. Le roccie giurassiche di codesti monti consistono in differenti qualità di scisti alternanti con calcare di svariata

---

(1) V. Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino. Tomo XXXVIII, e specialmente il XXXIX. pag. 267.

(2) V. Annales des Sciences Naturelles. Tom. XV. pag. 353.

struttura, e talvolta metamorfosato in gesso. Dall'una e dall'altra parte del Monte Bianco le roccie giurassiche inclinano in verso opposto, cosicchè la loro linea *anticlinale* si confonde colla direzione della catena primitiva. Le spoglie organiche non vi sono state intieramente distrutte. Nella Tarantasia, ove, non saprei per qual motivo le roccie siano poco alterate, si scoprono fossili dei due regni organici.

Molte roccie alteratissime e mancanti di fossili le identificai tuttavia con queste solo perchè ritengono analogia di natura e di giacimento. Mi servii dello stesso metodo per assimilare tra loro certi strati nei terreni superiori. Non pretendo per ciò che la giacitura degli strati abbia a preferirsi ai fossili, ma quando un terreno ne sia privo, e che vada a congiungersi con altro che ne contenga, in questo caso resta evidente il vantaggio e l'utilità di valersi del giacimento per riunire o distinguere i due terreni. Il Beaumont seguì questa via onde provare che gli scisti di *Petit-cœur*, le arenarie, ec. del Delfinato appartengono al liasse (1).

Le impronte negli scisti argillosi bruni di *Petit-cœur* sono di piante, che secondo il celebre Adolfo Brongniart vissero durante l'epoca carbonosa. Egli ne fece l'oggetto di particolare studio, e malgrado sieno fatte bianche d'argento da certa materia talcosa, riconobbe che si riferiscono alle specie piuttosto comuni nel terreno ove risiedono i principali depositi di litantrace (Houille) a Newcastle, e a Bath in Inghilterra; a Wilkesbarre in Pensilvania; a Liegi nel Belgio; a Plissis nel Dipartimento del Calvados; a Terrason, Dipartimento della Dordogna; a Saint-Etienne, presso Lione; e infine si riscontrano ancora le medesime specie nella Boemia. Questi fatti accertati da un così illustre Botanico-Geologo danno in risultamento, che nella Tarantasia esiste il vero terreno carbonoso. Ma havvi poi colà un altro fatto, che smentisce da capo a fondo una tale opinione. Le impronte dei vegetali giacciono tra strati con entrochi e belemniti, sorta di fossile finora ignota sotto il liasse; a questo argomento s' appigliò principalmente il Beaumont per sostenere e provare, che quel terreno a malgrado le impronte di ve-

---

(1) V. *Notice sur un gisement de végétaux fossiles et de bélemnites situé à Petit-cœur, près Moutiers en Tarantaise. Annales des Sciences Naturelles, Tom. XIV. pag.* 113. e la Memoria già citata inserita nel Tomo XV. della stessa Raccolta.

getali caratteristici della formazione carbonosa (1), si deve tuttavia classificare col liasse. Sorsero oppositori con dubbii sull'esistenza delle belemniti. Altri ammettendole negavano l'esattezza dell'osservazione, poichè se la roccia belemnitica fosse stata annunziata superiore agli strati colle impronte di vegetabili, ogni difficoltà sarebbe scomparsa; e le opinioni dei due grandi naturalisti restavano più che ammessibili. Ma si sosteneva con qualche calore essere gli strati belemnitici inferiori agli scisti improntati di vegetali, per lo che nessuna delle due opinioni non era accettabile senza una grande eccezione, la quale volendo taluni evitare, ed insieme accordare le viste dei due naturalisti, supposero un'anormale positura degli strati, ossia un rovesciamento operato dai succeduti sollevamenti. Quest'asserzione è una mera supposizione, non indicando il suolo la benchè minima traccia di rovesciamento, il quale poi se veramente esistesse non servirebbe al loro scopo, poichè ne'miei viaggi in quella regione, e l'anno scorso ancora essendovi passato insieme col sig. Di Beaumont e col sig. Fournet Professore a Lione, ci accertammo di bel nuovo, che le belemniti non solo si trovano sotto, ma esistono eziandio sopra gli scisti improntati. Vi sono dunque in que'monti confuse insieme vestigie organiche indicanti due formazioni geologiche distintissime. La giacitura delle stesse roccie ne svela invece una sola. Stando alle piante si dovrebbe convenire col Brongniart che si è la *carbonosa*. Gli animali ne palesano in cambio una assai meno antica, che il Beaumont pretende sia l'*oolitica*, avendo messo nel liasse quegli strati. Noi abbiamo esempi, che le piante continuarono a vivere attraverso rivoluzioni geologiche; così in Inghilterra accadde di rinvenire nelle roccie carbonose piante dei terreni *Siluriani* e *Cambriani*; fenomeno ch'io non conosco rispetto agli animali caratterizzanti i terreni antichi; per lo che mi decido a dare la preferenza all' opinione del Beaumont, dimostrata poi da molti

---

(1) Le specie riconosciute dal Brongniart sono le seguenti:

Neuropteris gigantea.
— tenuifolia.
— flexuosa.
— soretii.
— rotundifolia.
Odontopteris Brardii.
— obtusa.

Pecopteris arborescens.
— Beaumontii.
— plukenctii.
— obtusa.
Volkemannia erosa.
Asterophillites equisetiformis.
Annularia brevifolia.

altri fatti, alcuni de'quali avremo occasione di ricordare in progresso di questo scritto; e vedo nelle piante di *Petit-cœur* una prova, che la distruzione della vita non fu generale in ciascuna catastrofe geologica, come meglio si conosce studiando i terreni meno antichi.

Non molto discosto da *Naves*, (V. Tav. 1. fig. 1) piccolo villaggio sopra a *Petit-cœur*, succede alle roccie liassiche uno scisto talcoso, bigio cenerino, facilmente divisibile, con entro irregolarmente sparsi grani ed arnioncini di quarzo ialino, e granelli or cubici ed or informi di ferro piritoso. Giace diretto E. 25° N. O. 25° S. ed abbassato verso il N. 25° O. Esso fa parte del terreno primitivo, ed il secondario vi sta sopra con stratificazione discordante, poichè corre dal N. 27° E. al S. 27° O. coll'inclinazione all'E. 27° S. di 70°. Questa giacitura, ch'è quella degli scisti argillosi improntati di piante, è similmente ritenuta dagli belemnitici sotto il luogo di *Fontaine*, ed alla cava detta il *Perret*. Si ritrova lo stesso sistema di strati, e medesimamente slogati, alla *Motte*, villaggio posto al Sud del lago *Bourget*, ove per le molte cave riesce facile ogni sorta d'esplorazioni geologiche.

Nelle contrade di cui ragioniamo il terreno del liasse è composto di scisti argillosi e di calcare scistoso cristallino più e più volte separati mediante l'interposizione d'arenaria micacea, scistosa, bigia, in cui talvolta sono inserti grani di felspato. Il terreno primitivo di *Naves* è immediatamente coperto di una tale arenaria, su cui posa uno scisto argilloso calcare, il quale forma un banco della grossezza di un metro e mezzo circa. Esso scisto argilloso è sfogliabilissimo, ed imprigiona belemniti, palesanti la struttura raggiata, e di taluno si vedono ancora gli alveoli. Non sono queste le sole spoglie organiche che distinguono questo scisto. Vi notai una numerosa quantità di corpicelli a guisa di pagliuzze o squamette più dure della roccia racchiudente, in certi versi splendenti, e quasi gatteggianti, come si vede nel calcare delle cave della *Frey* vicino alla *Motte* (1), e che esperti Naturalisti giudicarono doversi alla presenza d'*entrochi*. Questi fossili identificano i terreni delle due località, ove abbiamo accennato trovarsi. Da qui si raccoglie eziandio, che certi strati superiori allo scisto improntato, sono ancora della stess'epoca degli inferiori, contenendo similmente gli entrochi. Io

(1) Il sig. Beaumont rese conto di questo fatto nella citata Notizia *Sur un gisement de végétaux fossiles et de bélemnites situé à Petit-cœur.*

ne osservai nel calcare superiore alle roccie belemnitiche. Esso è bigio scuro, quasi granoso, alquanto micaceo e fissilissimo, ed è tagliato dalla strada, che mette al luogo in cui si apersero gallerie colla speranza di rinvenire dell'antracite. Ma siffatte ricerche furono senza successo; giovarono solamente alla scienza per le stupende impronte di piante che posero allo scoperto.

Dalle regioni di *Petit-cœur* proseguendo verso Ostro spesso accade d'osservare il liasse scoperto. Quantunque non contenga sempre spoglie organiche, ritiene però molti caratteri mineralogici e certe condizioni geognostiche, che dimostrano abbastanza essere sempre la stessa cosa che ritorna sotto gli occhi. A *Petit-cœur* racchiude depositi d'antracite in verità meschinissimi; ne contiene altresì il liasse ossia le roccie ch'io giudico tali, presso les *Ouches* nella valle dell'*Arve*. Continuando l'esplorazione si noterà ch'esso attraversa tutto il *Faussigny*, e la sua positura in questo spazio dimostrerà ch'è il terreno maggiormente antico. Percorrendo il Monte Bianco verso mezzogiorno si scorgerà, lunghesso la valle dell'Isero, il liasse in contatto immediato col terreno primitivo. Andando da *Gite* al colle *de la Sance*, il quale si riunisce a quello *du Bonhomme*, cadono tratto tratto sotto gli occhi strati con ammoniti, belemniti e pentacriniti proprii del liasse. Al colle poi *du Bonhomme*, ed a *Roselen* codesti strati giacciono in contatto immediato col terreno primitivo, senza che perciò sieno sprovveduti di fossili, tra quali sono riconoscibilissimi pentacriniti e certi pezzi cilindrici, che si giudicherebbero aculei d'echinodermi. Il sig. BEAUMONT notò e citò questo fatto; io qui ne fo menzione non già coll'idea d'appropriarmelo, ma bensì perchè viene in acconcio a caratterizzare nel liasse le roccie che contengono i fossili suddetti.

Dal *Bonhomme* passando nella valle dell'*Allée blanche*, e proseguendo in quella di *Ferret*, si hanno costantemente al lato destro monti composti di calcare cristallino più o meno scuro, e di scisti argillosi or di tinta bigia cupa, ed or tendente all'azzurrognolo. In certuni di quegli strati sono racchiusi grani cubici di ferro piritoso, mentrechè altri della stessa natura e della stessa età ne sono privi. Non mi riuscì di rinvenirvi spoglia organica di nessuna sorta; ma non pertanto molti essenziali caratteri, e tra questi la giacitura, mi portano a credere che siano la continuazione di quelli di *Petit-cœur* coi quali hanno grandissima analogia.

Ponendo mente ai luoghi in cui abbiamo avvertito il liasse, facilmente si scorge, ch'esso attornia d'ogni parte il Monte-Bianco, il quale come si è dichiarato consta di terreno primitivo. Ora poi spingendo più innanzi le osservazioni parmi di non errare e nemmeno di trarre una troppo ardita deduzione, affermando che il maggior sollevamento di quel colosso sia avvenuto posteriormente al deposito delle roccie immediatamente soprappostevi; diffatti siccome esse dovevano già possedere la consistenza e la solidità propria alla loro sostanza, non erano conseguentemente abbastanza cedevoli onde acquistare la forma, che pel sollevamento il sottostante suolo andava a mano a mano prendendo; laonde si operarono le rotture, le piegature e le contorsioni aspre degli strati tanto nel verso della materia, che urtava per aprirsi una via all'uscita, quanto perpendicolarmente alla direzione percorsa. Ma siffatte rotture dovettero necessariamente accadere in maggior numero ai due capi estremi della massa sollevante, ossia dove gli strati stante la forma di essa avrebbero dovuto dolcemente curvarsi. Questo scompiglio e queste complicate rotture accennate in que'monti dallo stato degli strati, dalle valli, dai valloni, dai profondi botri, ec., provano abbastanza, che non seguì mai colà un igneo considerevole rammollimento delle roccie, la qual cosa resta pure avvertita dalla loro struttura, e dai fossili che contengono.

Le roccie liassiche nelle valli dell'*Allée Blanche*, e di *Ferret* sono parimente rappresentate da calcare fissile, e da scisti argillosi; ma in generale con struttura più cristallina delle identiche in Tarantasia, perciocchè danno a congetturare di aver sofferto una maggior reazione dalla parte degli agenti modificatori; e non è improbabile che provenga dalla loro particolare azione la distruzione delle spoglie organiche, che ragionevolmente si può credere vi esistessero in origine. Gli strati corrono il più spesso dall'E. 20° N. all'O. 20° S., e l'inclinazione media ascende a 55° circa verso il S. 20° E., lo che combina maravigliosamente coll'andamento delle roccie, che ne furono la causa efficiente. Raccolsi codeste osservazioni ne'monti attorno al *Gramont*. Alla *Saxe* che si trova là vicino, e nel luogo donde tra strato e strato zampilla una sottile polla d'acqua debolmente impregnata d'idrogeno solforato, gli strati ritengono la poc'anzi citata direzione. Un fatto devesi qui particolarmente ricordare sia perchè non accade spesso d'osservarne dei simili, sia poi anche perchè c'istruisce sullo stato di certe roccie al-

l'uscita loro delle viscere terrestri. A *Prato-secco* nella valle *Ferret* si mira con molta sorpresa e soddisfazione la protogina, una delle roccie costituenti il Monte-Bianco, coprire il calcare, ch'io ritengo liassico. Quante cose non dimostra questo fatto, che da per sè sembra così semplice! La protogina dunque è posteriore al liasse, poichè vi sta sopra. Non è già una di quelle roccie che sieno tratto tratto state alzate da forze od urti interni, ma uscì immediatamente dalle viscere terrestri, bastante fluida per modellarsi sul suolo, e fluirvi sopra.

Sotto il colle *Ferret* dalla parte del Vallese, la stratificazione assume per brevissimo tratto una direzione diversa dalla generale in que' monti; ma tale anomalìa dipende dall' essere ivi le roccie presso ad uno de' capi estremi della massa del terreno di sollevamento. Allontanandosi e portandosi più verso a levante, gli strati riacquistano la solita direzione, come si nota lungo la salita al colle delle *Fénêtres*, che accenna al Gran S. Bernardo. Si passa vicino il monte, chiamato *Pain de sucre*, composto d' arenaria modificatissima, bianca lattata, zeppa di mica bianco argentino, che la rende quanto mai fissile. La sua stratificazioue concorda cogli scisti e calcari liassici; tuttavia ragioni che accenneremo più basso rendono verosimile, ch'essa si debba collocare nella serie del terreno immediatamente sopragiacente al liasse che penso corrisponda all'*oolite inferiore*.

In molte altre regioni alpine si vede il liasse or denudato, ed or coperto da falde a lui posteriori, ma, come già avvertimmo, dappertutto posa immediatamente sul terreno primitivo. Il sig. Elia di Beaumont ed io posteriormente lo riconobbimo ne' monti al S. O. di S. Gioanni di Moriana coperto di poddinghe e di scisti meno antichi. A *Entraignes* nella valle dell'*Arce*, che viene a sboccare sotto S. Gioanni, vi sono scisti argillo-calcari ed arenarie, che seguitano senza interruzione fino ne' monti di Bourg-de-Dison nel Delfinato. Codeste roccie rassomigliano talmente alle *liassiche* della Tarantasia, che chiunque giudicherebbe le une continuazione dell'altre, come concorre eziandio a farlo credere il giacimento, che in ambe le contrade è perfettamente identico. Il liasse si mostra ancora nello spazio frapposto ai due indicati punti; io qui non ne tengo discorso, avendone particolarmente parlato il sig. Beaumont nella sua memoria inserita nel vol. 15° *des Annales des sciences naturelles*, e passo a ragionare del terreno a questo soprapposto, che secondo me corrisponde all' oolite inferiore dei geologi Francesi e Inglesi.

Sento le gravi difficoltà in cui m' innoltro volendo definire e chiarire convenevolmente questo terreno, perchè vi mancano quasi affatto gli avanzi organici, così copiosi in pressochè tutti i paesi, ove fin'ora venne studiato. Ma la sua posizione mi si offre come di guida alla mia determinazione; oltre ciò vi riconobbi caratteri mineralogici, e certuni, che non disdegno chiamare geologici, i quali non s'osservano nel sottostante terreno, e che anzi lo distinguono in maniera assai singolare. Nessuna analogia ritiene poi col sopragiacente, giudicato corrispondente all' *Oxford clay*, dimodochè gli strati ch' io intendo riferire all' *oolite inferiore*, risiedono fra due ben precisati terreni, per cui se non si collegano all'uno o all'altro di essi, non si può evitare di considerarlo l'equivalente della serie ch' io qui adotto. Del resto in tanta povertà di fossili, una qualsiasi classificazione presenterà mai sempre un lato vastissimo all'opposizione. Ma siccome bisogna prendere un partito, io per le addotte ragioni e dopo mature riflessioni abbracciai il meno improbabile, anche per la considerazione, che malgrado la presenza d'impronte vegetali annunzianti il terreno carbonoso, esso si deve tuttavia ascrivere alla formazione oolitica, siccome lo esigono i fossili animali, ed è ascendere alla formazione maggiormente antica, poichè in tutta questa porzione delle Alpi non si conoscono nè *Trilobiti*, nè *Productus*, nè *Evonfoliti*, nè alcun altro fossile, che sveli una formazione anteriore al liasse.

Le roccie, ch' io qui chiamo dell' oolite inferiore, coprono immediatamente il liasse, e come queste corrono parallelamente al fianco orientale del Monte-Bianco, poscia pei monti del Piccolo S. Bernardo traversano nella valle dell' Isera, ove per un urto o pressione interna vennero spinte come innanzi al massiccio primitivo, lo che diede occasione a numerose rotture negli strati, come già dissi parlando del liasse; donde si ritrae poi il motivo dei frequenti cambiamenti nella giacitura degli strati tra *Bourg S. Maurice*, e *Moutiers*, spazio ove le roccie avrebbero dovuto maggiormente curvarsi.

L'arenaria modificatissima del colle delle *Fénêtres* accanto il Gran S. Bernardo ricomparisce alle falde e sulla cima del monte ove si trova il colle *Sereine* per cui si passa venendo dalla valle del *Zuttier* in quella d'Aosta. Io penso ch'essa appartenga ancora al liasse, ma a quella qualità che più sotto distinguerò coll'epiteto di *superiore*, cui si riferiscono le poddinghe, e certi scisti e calcari cristallini presso *Moutiers*. Notai

dappertutto quest'arenaria coperta di un grosso banco di calcare, sul quale a lor volta succedono varie maniere di scisti, di arenaria, di psammiti, nelle quali qua e là sono rinserrati massi di antracite, talvolta abbastanza considerevoli e ricchi da meritare di essere coltivati.

Il banco calcare comparisce nell' una e nell' altra Valle; e chiaramente si scorge che copre l'arenaria modificata, a parer talvolta quarzo ialino compatto, se non se ne svelasse la struttura granosa mediante la lente. Esso ritiene pressochè la stessa direzione della sottostante serie di terreno, ciocchè si appartiene ancora al calcare del monte *Gramont*, che io giudico suo contemporaneo.

Il calcare che bene spesso si mostra nei monti andando al Piccolo S. Bernardo è porzione degli strati di cui si favella, denudati talvolta delle roccie superiori, senza che se ne possa troppo comprendere la causa. La direzione degli strati cambia frequentemente. Lungo la discesa che mette al villaggio la *Balme* è coperto di scisti, e sì l'uno che gli altri giacciono diretti dall' E. 20° S. O. 20° N., direzione che ben presto cambia e diviene N. 15° E S. 15° O. coll' inclinazione al S. 15° E. Alla *Balme*, il calcare è nuovamente vestito da scisti, e da arenaria coll'ultima delle accennate inclinazioni; ma non gran tratto di strada sopra questo luogo gli scisti calcari, che ritornano a presentarsi, corrono E. 35° N. O. 35° S. Entrando nella *Thuile*, lo stesso calcare coperto dei medesimi scisti è diretto E. 15° N. O. 15° S., ed inclina al S. 15° E. di 50°.

Codesti sconvolgimenti fanno fede di antichissimi agenti, la cui energia non si saprebbe tra le cose presenti a quale paragonare. Alla loro azione meccanica ne riunivano una affatto chimica come palesa lo stato delle roccie. L'intensità era in ragione inversa della distanza dal punto di azione. Così al luogo detto l'*Elva* arriva a fior di terra un masso attenente per certo al Monte Bianco, e le roccie che lo avvicinano sono assai più alterate di quanto nol sieno quelle poste a maggiore distanza da esso. Fra le alterazioni avvenute al calcare di que'monti una assai ragguardevole, perchè ne cambiò affatto la natura, si è la sua metamorfosi in gesso. Un tal fatto oggidì si spiega ammettendo l'emanazione di gassi solforici. Basta conoscere gli attuali fenomeni naturali per iscorgere in quest' opinione un grado tale di probabilità, che poco l' allontana dalla meglio assicurata verità. La questione è sull'epoca in cui avvenne questa metamorfosi. Pensano alcuni, che

possa essere col sollevamento del sistema alpino orientale; altri invece credono che dati dall'apparizione delle serpentine, sorta di roccia uscita in gran parte colle Alpi occidentali (1). Io non mi propongo d'entrare in discussione sulle due accennate opinioni, solo osserverò così di passaggio, che nel terreno terziario superiore del Piemonte abbiamo disposta nel verso delle Alpi orientali una successione di grossi e potenti massi ellissoidi di gesso selenite. Gli strati dell'epoca terziaria superiore che da noi sono generalmente orizzontali, in prossimità del gesso diventano costantemente più o meno alzati. Tra i materiali dei nostri terreni terziari non si annovera il calcare, fuorchè in massi e ciottoli nel *naghelflue medio*. Dobbiamo però congetturarne l'esistenza sotto a questa formazione, essendo essa attraversata da strati con fossili caratterizzanti la creta. I gassi solforici si sarebbero pertanto neutralizzati passando per essa quando lor fosse mancata la base a maggiore profondità, ed avrebbero spinta la nuova combinazione al punto ove la troviamo. Il gesso dunque nel terreno terziario superiore conduce a conchiudere, che tra il periodo terziario medio e il superiore vi furono considerevoli emanazioni di gasse solforico, o forse abbondevolissime sorgenti d'acque mineralizzate dalla calce solfata. Questa seconda opinione è resa assai più verisimile dal fenomeno tuttora comune e generale di sorgenti, le quali menano alla superficie terrestre diverse maniere di sali e perfino acidi, come le acque dei lagoni della Toscana, le quali contengono acido borico. Sono altresì favorevoli a questa maniera di pensare le moltiplici impronte di pesci d'acqua dolce, che in questo gesso e nella sua argilla si trovano insieme con foglie di piante non gran fatto dissimili da quelle che verdeggiano presentemente (2). Ammettendo la metamorfosi come opera d'emanazioni solforose, non si può concepire come siansi conservate le impronte di animali e di vegetali, mentrechè cessa l'in-

---

(1) Credo dover avvertire che molti fatti da me osservati in Piemonte mi provano che vi sono serpentine anteriori ai due sistemi alpini, e non è fuori del caso che alcune di esse appartengano al sistema Pirineo-Apennino, e al Sardo-Corso; ed a questo sistema sono riferibili molte dislocazioni dei monti posti al Nord di Savona e di Genova; e non è improbabile che gli accidenti Nord-Sud nella valle della Bolmida datino dalla stess' epoca.

(2) Il sig. Marchese PARETO scrisse una dotta Memoria sulle gessaie del Vogherese, e del Tortonese, nella quale dimostra che quel gesso, e tutto quello del Piemonte risiede negli strati terziarii superiori. Aggiunse a questa Memoria una lettera del distintissimo Professore VIVIANI, ove questo Botanico nomina un buon numero delle impronte che accompagnano il gesso di quelle località; e infine anche il PARETO osserva che dove si trova il gesso havvi solitamente acque in varie guise mineralizzate. V. *Mémoires de la Société Géologique de France*. Tom. I. pag. 123.

congruenza supponendo, che la trasmutazione del calcare in gesso sia seguita nell'interno della terra, e poscia dalle acque portato e lasciato alla sua superficie, ove a mano a mano che arrivava avvolgeva e impastava gli animali e le piante di cui ora vi restano le spoglie. Questa spiegazione non soddisfa poi ugualmente intorno allo slogamento del terreno terziario fra cui giace il gesso. Ma se noi ci facciamo a pensare che vi fu dopo un sollevamento, parmi abbia ad appagarci la probabilità, che in punti attivati da una simile operazione succedesse un accrescimento nell'intensità delle cause, e che per quelle vie stesse, che giungeva l'acqua mineralizzata siasi fatta qualche tumultuosa emanazione, di cui ancora adesso ne resta un sensibile residuo gemendo o sorgendo in tutte le colline gessose, o in quelle vicine, polle o acquitrini salsi, solforosi, ec., continuandosi insomma una secrezione di umore mineralizzato.

Il gesso nelle Alpi è quasi sempre associato a una roccia cavernosa detta *carniolo*, la quale è pur essa in massima parte di gesso, ed incarcera con qualche parsimonia pezzi di varia qualità di scisti, noduli di calcare alterati e talvolta colla periferia cambiata in gesso. Si vuole che sia il risultamento dell' attrito vicendevole delle roccie nell'atto del loro sollevamento, la qual cosa si dimostra coi frantumi di varie maniere di roccie in esso incorporate. Deve dunque aver acquistato uno stato viscoso; ed una prova io la vedo nella sua struttura porosa, la quale secondo me gli fu cagionata dal passaggio di fluidi aeriformi mentre stava consolidandosi. Il giacimento poi del *carniolo* è tale da condurre all'ammessione di questa conclusione. In generale esso sta ammonticchiato sopra ed attorno al gesso, in guisa che volendo paragonare la sua origine a qualche cosa di ben cognito, non si saprebbe ad altro meglio assimilare, se non che a quelle specie di schiume, più propriamente chiamate scorie, che per la loro leggerezza, comunque generate, arrivano e galleggiano sulla superficie di certe eterogenee sostanze insieme fuse. Non palesa mai indizio di stratificazione, anzi si direbbe piuttosto che sia corso e fluito giù per lo dosso sfuggevole del Monte. In tutte le ubicazioni delle Alpi ove mi avvenne di trovare il *carniolo*, mi confermai ognora in questa idea. Al Piccolo S. Bernardo esso parte dal gesso e discende a coprire le sottostanti roccie, senza che vi si scoprano le commettiture qualificanti i terreni stratificati, e ricorda in cambio benissimo la parte spumante ossia scoriacea, che si mostra in seguito a vivissima

reazione naturale o artificiale tra sostanze diverse: quale debbe essere stata quella tra il carbonato di calce, e i gassi solforici, facilitata ed aizzata ancora dalla temperatura elevatissima, che in quel mentre doveva possedere la superficie terrestre.

Il gesso è coperto da scisti. Nel breve tratto di strada tra l'*Acqua rossa*, e l'apertura che mette all'alto piano del Piccolo S. Bernardo s'incontrano due qualità di scisti: presso all'*Acqua rossa* ha l'aspetto dello scisto argilloso: è bruno scuro tendente all'azzurro colla direzione di 35° N. O. 35° S. Verso l'entrata dell'alto piano havvene un altro, che palesa aver subito una modificazione assai più forte del primo, forse perchè composto di sostanze più atte alla fusione, oppure per altra causa, che invano si cercherebbe ora di conoscere; quando non sia il filone di quarzo che lo attraversa nel verso del meridiano magnetico, il quale probabilmente contribuì moltissimo a cambiare quivi la direzione degli strati, che riconobbi essere N. 30° E. S. 30° O.

Chiamasi *Acqua rossa* un botro, che rigorosamente parlando non ha letto fisso e costante, ma cambia sovente secondo che aumentano o diminuiscono le sue acque alimentate dalla liquefazione della neve. Chiunque per colà passi può di ciò facilmente accertarsi, perchè dapertutto ove corse quel botro, lasciò sul suolo una crosta più o meno grossa di calce carbonosa di cui sono impregnate le acque, mercè dell'acido carbonico in esse contenuto. Questo precipitato non va confuso col *carniolo*. È un vero *Tufo* (Tartaro) come attestano altresì le foglie e altre parti dei vegetabili proprii a quelle alte regioni in esso avvolte. Questo sbaglio fu da taluni commesso; l'inganno seguì forse dall'aspetto assai consimile delle due roccie; ma diffatto sono diversissime e nell'età loro relativa e nella composizione, e infine nell'origine, essendo una il tipo della formazione Plutonica, e l'altra quello della Nettuniana.

Gli scisti testè accennati presso l'alto piano si prolungano ne'monti ad esso circostanti, ma vi sono nascosti da psammiti e scisti argillosi insieme alternati e contenenti depositi d'antracite, il quale ivi si coltiva in due diversi luoghi. Queste stesse roccie e collo stesso combustibile esistono ne'monti sopra la *Thuile*, villaggio posto a metà cammino circa tra *Près S. Didier*, e il Piccolo S. Bernardo. Scorrono poi fino sopra *Morgex* nella Valle d'Aosta, mostrando però qua e là un'alterazione, che non seppi ravvisare in quelle del Piccolo S. Bernardo. Codesta serie di roccie sta soprapposta a quel banco di calcare già

menzionato e che considerai rappresentare nelle Alpi il *terreno oolitico inferiore*. Discendendo al Borgo di S. Maurizio avviene tratto tratto di poter verificare, che questo calcare soggiace alle roccie antracitose. Sotto all'Ospizio d'accordo corrono E. 35° N. O. 35° S. ed inclinano S. 35° E. Vidi questi due terreni in tanti luoghi colla stratificazione concordante, che sono oramai deciso ad ammetterla generale nel nostro paese.

A un'ora circa sotto l'Ospizio dalla parte della Tarantasia s'incontra alla sinistra un vallone, nel quale il calcare è metamorfosato in gesso, cogli strati diretti ancora E. 35° N. O. 35° S. Vicino a *Seez* il calcare e le roccie a lui soprapposte girano nel vallone d'*Arbonne*, ove gemono acquitrini salsi; la qual cosa serve di autenticità all'opinione emessa, che questo gesso e questo calcare sieno identici col gesso e col calcare di *Bex* nel cantone di *Vaud*, contenente altresì sale comune. Che la sede del sale sia nel gesso ad *Arbonne* è argomento non disputabile, perchè gli strati a fior di terra ne sono impregnatissimi, e si vedono asciutti oppure umidi d'umore salato secondo lo stato igrometrico dell'aria atmosferica.

Altrove si è detto, che al Piccolo S. Bernardo, tra il calcare e le roccie antracitose sta interposto uno scisto di lucentezza e di natura tale a lasciar credere ch'abbia sofferta una ragguardevole alterazione. Poco prima d'entrare nel Borgo di S. Maurizio, il gesso è coperto da scisti a quelli perfettamente identici. Ora siccome gli stessi scisti separano altrove il gesso, oppure il calcare dalle roccie antracitose superiori, si potrebbe pertanto affermare, che codesti scisti alteratissimi seguitano tutto al lungo dei due terreni. Nel luogo di cui ragiono hanno la direzione E. 20° N. O. 20° S., mentre al Piccolo S. Bernardo ne posseggono una ben diversa. Ma gli effetti più volte ricordati dei sollevamenti, non che la forma delle masse alzatesi, e la posizione data ai terreni stratificati da simili anteriori fenomeni dilucidano, parmi, tutti questi cambiamenti, e queste anomalie nella direzione degli strati.

Nel passaggio del Piccolo S. Bernardo non si vede il liasse. Terreni meno antichi lo nascondono. Credo però, che il piccolo monticello esistente nel primo vallone all' O. N. O. del Borgo di S. Maurizio sia di questa sorta di terreno. È composto di uno scisto argilloso scuro con impronte di vegetali, che mi parvero analoghe a quelle di *Petit-cœur*.

Esso passa sotto un' arenaria modificatissima (1), consimile a quella del Gran S. Bernardo, del colle *Serein*, ecc., e soggiace al calcare oolitico inferiore. Tutte queste roccie poi, oltrepassato quel luogo, sono coperte dal terreno antracitoso, il quale tratto tratto cambia per tal modo di direzione, da constatare vie meglio la sua curvatura attorno il Monte Bianco. Parlando qui del terreno antracitoso, conviene avvertire, che in parecchi siti è così dovizioso del combustibile da cui desumiamo il nome, perchè gli speculatori vi trovino vantaggio a scavarlo. Giace tra varie qualità di psammiti, tutte bigie scure, e più o meno copiose di mica. Negli strati inferiori è intercalato un calcare bianco sporco cristallino, e sparso di punti lucenti, taluni accagionatili da squamette di mica, e tali altri da granelli di ferro piritoso. Il psammite, oltre la struttura grossolana mancante alle roccie degli strati superiori, soprabbonda poi ancora di mica, a cui deve la maggiore sua lucentezza; brillante in ispecie sulle parti rimaste scoperte, ed esposte alla libera azione degli agenti atmosferici, i quali, consumando di preferenza le parti terrose, lasciano accumulato il gretto mica. Qualunque poi sia l'aspetto e la struttura dei psammiti, fiatandovi sopra mandano l' odore stesso delle terre e delle argille; ma egli è più distinto, ed anche più forte nelle varietà di struttura vana e grossolana.

Paragonando queste roccie con quelle dello stesso terreno del Piccolo S. Bernardo e della valle d'Aosta, non appaiono differenze essenziali; e quando avvenga di riscontrarne, sono tali da mostrarcene la causa nelle roccie di sollevamento; essendo naturale che la porzione in contatto immediato o più dappresso ad esse, ne abbia sentita di preferenza l'azione, e ne abbia riportate alterazioni molto più evidenti, a somiglianza di quanto accade d'un bastone che per l'uno dei capi sia posto ad ardere sul fuoco; che in prossimità della fiamma si carbonizza, più lungi s' annerisce alla superficie, più lungi ancora non fa che ingiallire, ecc. Consimili cambiamenti succedono a tutti i corpi cattivi conduttori del calorico, ogni qual volta l' abbruciamento segue ad una sola delle loro estremità. I terreni alterati, modificati e

---

(1) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Tom. XXXIX. pag. 269.

metamorfosati annunziano abbastanza un analogo fenomeno; e certo nessuno negherà, che le roccie di sollevamento siansi trovate in istato di produrlo. Le Alpi ce ne offrono forse i più belli esempj, anzi, come dice il BEAUMONT, tutta la catena può citarsi come un eccellente e chiaro esempio di tale operazione.

La direzione delle roccie antracitose cambia di frequente, come altresì l'inclinazione, essendo questa ora di una, ed ora di un'altra quantità, e quella dove più e dove meno verso un dato punto dell' orizzonte; ma però la media delle direzioni più ripetute si è N. 20° E. S. 20° O. con un' inclinazione all' O. 20° N. Seguitando questo terreno fino a *Aime*, si offre poco sotto del Villaggio un esempio della sua soprapposizione al calcare cristallino, che rappresenta insieme con certi scisti modificati il *terreno oolitico inferiore*. Esce questo di sotto alle roccie antracitose in fondo d' una gola, e con una direzione da incontrarsi diritto col calcare, e colla breccia calcare di *Villet*; laonde questo fatto, non meno che il giacimento ne provano la contemporaneità, e fanno di tutti e due una stessa cosa. A *Villet* il calcare avviluppa spoglie di esseri organici (1). Ecco dunque il calcare cristallino, presso il Monte Bianco, ricomparire quivi con corpi, i quali distruggono l'opinione, che sia primitivo. Nel qual errore facilmente si cade dimenticando qual sia stata l'azione delle roccie di sollevamento, e di altri agenti in quelle epoche emanati dalle viscere terrestri. Anche tenendone conto non sempre il vero è riconoscibile, particolarmente nelle Alpi, ove i terreni subirono ogni sorta di cambiamenti. Ed è appunto per ciò, che non bisogna mai perdere quivi di vista il prolungamento degli strati, giacchè se non è in una regione, sarà in un' altra, ove si rinverrà strati o porzioni di essi poco alterati, e talvolta con fossili caratteristici, come nel calcare di *Villet*, che nessuno senza la scorta del rispettivo posto nella successione degli strati, giudicherebbe identico col gesso di *Narbonne*, del Piccolo S. Bernardo, e col calcare del *Gramont*.

La struttura e l'aspetto del calcare di *Villet* non lasciano credere,

(1) V. la Memoria del Professore BORSON, nel Tom. XXXIII delle Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino.

che sia gran fatto cambiato dallo stato suo primiero. Se gli agenti modificatori avessero eziandio risparmiato questo banco nelle altre regioni non sarebbe impossibile, che dappertutto ritenesse presentemente i caratteri ed i fossili ch' ivi lo distinguono, e così non sarebbe stata cotanto ritardata la cognizione della sua relativa età. Taluni lo chiamarono breccia; in fatti si distinguono nella massa violacea ciottoli angolati di calcare bigio compatto, e pezzetti di scisti; ma questi pressochè esclusivamente discernibili sulle parti corrose dagli agenti atmosferici. I fossili signoreggianti sono i belemniti. La loro maniera d'essere ne impedisce la specificazione; si scorge però abbastanza chiaro, che differiscono da quelli degli scisti argillosi di *Petit-cœur*. Non vi seppi scoprire gli entrochi; osservai invece dei *pettini*, sorta di conchiglia che fin' ora non si rinvenne a *Petit-cœur*. Tutto ciò conviene alla parte superiore del banco: nell' inferiore il calcare è dotato d'altri caratteri fisici. È bianco sporco, tendente al gialliccio; la struttura lamello-saccaroidea, e non ha alcun fossile. Nel mutuo contatto queste due qualità di calcare si confondono e si compenetrano, cosicchè apparisce benissimo che fanno parte di uno stesso banco, inegualmente alterato.

Si è più volte ricordato, che il calcare oolitico inferiore è separato dal terreno antracitoso mediante scisti metamorfosati: presso *Villet* questo fatto ricomparisce, ma gli scisti sono meno alterati. Quivi hanno la direzione N. 25° E. S. 25° O., e contengono strati di calcare scistoso cristallino. Sotto il villaggio poi questa successione di roccie soggiace al calcare, per lo che convien dire ch' esso stia racchiuso in mezzo a scisti e calcare fissile insieme alternati, e l'uno e gli altri appartengono al terreno, che nelle Alpi rappresenta l'*oolite inferiore*.

Le roccie dell' *oolite inferiore* riposano sopra una poddinga calcare ch' io riferisco alla parte superiore del liasse. Il cemento di questa poddinga al solito è bigio-scuro con struttura cristallina. Molti dei ciottoli sono ancor essi di calcare, ma compatto-granoso, come quello che si trova nel liasse inferiore. Agglomera eziandio scisti talcosi ed altre qualità di roccie del terreno primitivo tra cui riconobbi il granito; vene di calcare spatico serpeggiano per così fatta poddinga, e talune ne dividono pur anche i ciottoli, e le due parti non si corrispondono più, ma fanno un salto, locchè annunzia essere la spaccatura prodotta da un movimento sdrucciolevole, accaduto dopo il consolidamento della roccia. I banchi di questa poddinga sono piuttosto grossi, e compongono una

parte ragguardevole del terreno *liassico superiore* aumentato da strati di calcare cristallino che di quando in quando vi sono frapposti.

Sulle porte di *Moutiers* havvi un' altra qualità di poddinga, la quale si riferisce però allo stesso terreno, ossia al *liassico superiore*, e n' è di questo la parte più antica. I suoi caratteri potrebbero indurre in errore, conservando molta analogia colle roccie del terreno primitivo, e specialmente poi collo gneiss. Ma analizzandone accuratamente la struttura e la composizione scomparisce tosto l'allucinamento. Non contiene felspato, od almeno n' è così povera a non doversene tener conto. Il mica vi manca totalmente. La sua composizione è pressochè di puro quarzo, con un poco di talco. Spezzando questa poddinga si distinguono meglio gli arnioncini, alquanto allungati di quarzo bianco lattato, riuniti insieme da sostanza di stessa natura inverdita da poco talco, e la struttura nodulosa, o meglio mandorlata. È associata a calcare salino, anzi questo con essa alterna, la qual cosa ne stabilisce l' identità colla poddinga calcare sovrapposta. Gli strati corrono N. 35° E. S. 35° O., ed hanno una leggiera inclinazione verso l' E. 35° S. Il sig. FOURNET, distintissimo Professore a Lione, non riconosce in questa roccia un sedimento modificato, almeno quando io ebbi l'onore d' intendere da lui sul posto stesso la sua opinione, pensava piuttosto che fosse un' iniezione quarzosa attraverso gli strati liassici. Io cederei all'opinione di tanto rispettabile e autorevole Professore, ma la stratificazione della roccia, il quarzo in ciottoli, e infine la giacitura regolare delle roccie alla poddinga vicine, mi forzano per ora a considerarlo come una delle tante roccie nettuniane modificate.

La stessa poddinga esiste al colle *du Bonhomme*, a *Montagny*, a Valorsina, e si vede sempre coperta dalla poddinga calcare. Le alterazioni tanto delle due poddinghe, quanto degli scisti cambiano a luogo a luogo, secondo la distanza dalle roccie, che ne furono la cagione, cosicchè lo stato mineralogico presente poco c' istruirebbe sulla loro identità, se da altri fatti non fosse svelata. Noi troviamo l'arenaria tratto tratto convertita in una varietà di quarzo; gli scisti argillosi divenuti in un sito scisti talcosi, in un altro scisti micacei; ove poi scisti quarzo-micacei, e ove scisti mica-talcosi; il calcare cambiato di struttura, e fatto saccaroide o granoso; le poddinghe coll'aspetto di gneiss; insomma la medesima roccia subì tanti cambiamenti, che il miglior mezzo di riconoscerla si è ancora la posizione, metodo utilissimo poi pella distinzione dei terreni.

Non conformandomi all'opinione del celebre FOURNET sulla poddinga quarzosa, non voglio già che s' interpreti, ch' io non ammetta il sollevamento e le iniezioni di quarzo. M' accadde spesso d'osservarne, e qui mi si presenta occasione di accennare un filone di tal sostanza, che si eleva in mezzo al calcare non a gran distanza di *Moutiers.* Vi sono associati ferro spatico e calce carbonata ferro-manganesifera: e contiene, sparsi in varia quantità, ferro oligisto, e ferro piritoso; ma la sostanza più rimarchevole si è il titanio ossidato giallo d'oro, attaccato in piccoli ammassi capillari, alle pareti dei naturali ventri e ventricini al solito esistenti in quel ferro spatico.

La direzione e l' inclinazione delle roccie palesano in generale l' influenza dei due sistemi delle Alpi; ma nel tempo stesso si scorge che essi agirono sopra un suolo fatto già montuoso per dislocazioni anteriori, e non molto prima di *S. Marcel,* dove la valle si restringe alquanto, per quindi subito allargarsi, le roccie hanno i loro strati colla direzione N. 10° O. S. 10° E., locchè mi suggerì sul momento l' idea d'un effetto del sollevamento del Monte Viso, di cui la Savoia ci porge tante prove.

Le summentovate roccie della parte superiore del liasse posano su scisti e calcari cristallini scistosi formanti la parte inferiore dello stesso terreno. Apparisce questo subito sotto *Moutiers*, ed è notevole il calcare scistoso scuro, detto scisto venato della Maddalena per le liste o vene interrotte e superficiali di spato calcare bianco, le quali si estendono nel verso della direzione degli strati, e si trovano pertanto perpendicolari alle fibre di struttura, apparenti segnatamente sulle superficie delle commessure.

Presso *Aigueblanche* la valle si serra e si riduce ad uno stretto o gola. Ivi cessa il liasse inferiore, ed i monti sono di terreno primitivo. Già accennai la stessa cosa a *Naves*, e se si volesse proseguire le indagini, si accerterebbe, per uno spazio assai esteso, l'esistenza di questo terreno. Io le seguitai da una parte passata la Moriana, e dall' altra ne' monti oltre la valle dell'*Arve*, e trovai costanti le roccie primitive, interrotte qua e là dal granito, cosicchè costituiscono una lunghissima striscia in mezzo ai terreni oolitici, ossia una serie di giogaie primitive con l'asse granitico, le quali partono da ambi i lati del Monte Bianco e si estendono dalle due parti di esso fuora degli Stati; di qua delle Alpi abbiamo altresì una successione di monti, composti tutti di

terreno primitivo da cui a luogo a luogo sorgono graniti, porfidi, serpentine, sieniti, protogine, eufotidi, ecc., ma quel ch' è singolare, e degno di molta attenzione si è, che l'asse di questi monti corre parallelamente a quello de' monti primitivi della Savoia.

Indicai l'antracite nel terreno *liassico inferiore*, ma dove questo combustibile abbonda di soverchio, si è in quello fin' ora da me chiamato *antracitoso*. Il terreno oolitico inferiore, posto tra questi due, parevami da principio mancarne; alcune ricerche attorno *Moutiers* mi provarono il contrario. Notai colà dell' antracite racchiusa fra scisti e psammiti consimili a quelli d'*Aime*. Ed è questa circostanza che mi trasse in inganno a segno da farmi supporre un rovesciamento degli strati, onde spiegare la soprapposizione in quel luogo del calcare oolitico inferiore, ma meglio indagando la natura e la giacitura delle roccie, credo d' aver riconosciuto il calcare sopra e sotto le roccie con antracite; se ebbi la fortuna di bene osservare a *Villarluvin*, l'antracite non serve da se sola alla distinzione di que' terreni, essendone tutti più o meno ricchi, diffatti ne contiene il liasse, ne conterrebbe il terreno *oolitico inferiore*, e n' è doviziosissimo quello che appello *antracitoso*, ch' è omai tempo di avvertire rappresentare esso nelle Alpi il terreno della formazione oolitica, che gli Inglesi distinguono col nome di *Oxford clay* (argilla d' Oxford), il quale nelle Alpi è tavolta coperto da un grosso banco di calcare con fossili frantumati, corrispondente ai tre terreni seguenti: *Coral-rag*, *Kimméridien* e *Portlandien*, vale a dire, che si riuniscono in questo banco i tre accennati terreni, appartenenti alla parte superiore della formazione giurassica.

Le giogaie poste a mano sinistra dell'Isera sono composte delle stesse roccie, ossia dei medesimi terreni fin qui nominati; e se si penetra nei valloni in esse intagliati si accerta, che conservano ancora la stessa soprapposizione, solamente vi si scorge un' inclinazione opposta a quella della catena in prospetto. Considerando dunque la valle isolatamente, essa risulta da una curvatura negli strati a foggia della lettera *U* (V. tav. I. fig. 2). Questa disposizione degli strati è costante in tutte quelle contrade, e guida a conchiudere essere stato quel suolo piegato su se stesso. Ciò però non esclude, che nelle rivoluzioni posteriori a un tale avvenimento di compressione laterale, e pressione perpendicolare sieno accadute mutazioni, in seguito ad avvallamenti, rotture ed altri sconcerti originati da una *faille*, salto (chiamasi così una fenditura del suolo,

quando le parti divise ricevettero un' ineguale altezza), di cui si terrà discorso più basso (1).

Nei monti presso lo sbocco del Doron il calcare o litico è parzialmente metamorfosato in gesso, ed è precisamente questo che racchiude l'arenaria con antracite, di cui è stato qui sopra questione. Inoltrandosi nella valle si osserva che il calcare acquista gradatamente la struttura fissile, e la tinta bigia scura. A un certo punto di essa è diviso da un banco di gesso, il quale nella guisa delle altre roccie nominate pende all'E. 15° S. Il calcare che gli sta sopra è roseo, e questo a sua volta è coperto di calcare scistoso abbassato all'E. 25° S. di 65°. In mezzo di quest'ultimo elevasi al luogo detto *Saut du lièvre*, e nella direzione N. 30° E. S. 30° O. un filone di calcare spatico con poco quarzo e qualche pirite. Queste stesse sostanze esistendo nel filone presso *Moutiers*, io ritengo che l'uno e l'altro sieno della stess'epoca a malgrado che in quest'ultimo vi sia il titanio ossidato ed il ferro oligisto, essendo riconosciuto che molti filoni i quali cambiano tratto tratto di ricchezza, o variano nella composizione, oppure contengono nuove sostanze, sono tuttavia opera di un solo sollevamento. Avanzando nella valle il calcare indubitatamente identico a quello di *Villet*, resta nascosto dalle roccie antracitose, ossia dal terreno corrispondente all' *Oxford-clay*, il quale veste poi i monti fin oltre *Bosel*, ove esce di nuovo il calcare, metamorfosato qua e là in gesso. La sua direzione è N. 25° E. S. 25° O. coll'inclinazione all'O. 25° N. ciocchè al mio credere va attribuito al penultimo sollevamento, come meglio attesta il terreno primitivo, che sorge nel verso di questa rivoluzione tra *Champagny* e *les Cluses*.

Questo terreno primitivo è posto su una linea la quale partendo dal Gran S. Bernardo e protratta fino ne'monti della valle Tinea passa per una serie di monti primitivi. E per qui citare alcune località ove si osserva denudato, ricorderò le specie di elissoidi, tale essendo presso a poco la forma degli immensi massi ch'escono dai terreni sedimentosi del Gran S. Bernardo, del colle *Seiren* del *Ruitors*, dei monti sopra la *Monat*, delle creste dominanti *Pesey*, di *Champagny*, della sorgente del Doron, del *Colle* e delle *Aiquilles de la Vanoise*, di *Termignon*, di *Queyras*, ec. ec. L'apparizione di questo terreno primitivo cagionò nel

---

(1) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Tom. XXXIX. pag. 269.

verso della linea su cui è posto una grande spaccatura, che esso stesso chiuse, e i terreni stratificati per cui passò furono portati ad ineguale altezza, e quindi apparisce su tutta quella direzione la specie di sconvolgimento, chiamato dai Francesi *faille* (salto).

Alla salita tra il *Villar* e *Pralognan*, il terreno primitivo ha da una parte il gesso, e dall' altra l' arenaria cambiata in quarzite, molto consimile al quarzite di *Pezey*, e come quivi è inferiore al calcare, ciocchè si chiarisce vie meglio avanzando verso *Pralognan*, ove le falde de' monti composti di solo quarzite od arenaria modificatissima s' inoltrano sotto monti più elevati di calcare. Ma in regioni dove l'ordine scomparve, e dove ogni cosa si cambiò, non bisogna attendere, che i fatti si presentino piani e facili; così, abbenchè la disposizione delle roccie sia come accennai, accade tuttavia di rinvenire il calcare, sempre però soprapposto al quarzite, lungo la strada stessa; e due grandi massi ne esistono presso al luogo di *Pralognan*. La sua tinta tende al verde chiaro: lo attraversano numerose rilegature di calcare spatico. La superficie di ambi que'massi palesa d'essere stata profondamente corrosa, ritenne tuttavia un pulimento particolare: dico particolare, perchè si mostra identico a quello che acquisterebbe una superficie pietrosa qualunque, su cui una corrente rotolasse corpi di maggiore durezza. Un fatto identico a questo lo notai un'ora circa di cammino sotto *Villet*, dove un enorme masso di poddinga, chi sa da quanto tempo sdrucciolato dalla vetta de'monti superiori, copre un calcare in modo che nè l'acqua piovana, nè quella fluente dai monti lo possono bagnare, tuttavia la sua superficie è rigata nel verso in cui si prolunga la valle, la qual cosa parmi si debba attribuire alla confricazione di corpi ruvidi, come erano quelli strascinati dalle correnti alluviali. Conosco, che questi due fatti rigorosamente parlando sono estranei ai fenomeni che descrivo, ma mi si perdonerà questa digressioncella fatta anche per non mostrarmi ignorante delle discussioni a cui in questi ultimi tempi ebbero parte molti de' più distinti Geologi, e per fornire la scienza di due fatti, che nel loro genere sono interessantissimi. AGASSIZ vede nella forbitura delle roccie i segni delle stazioni dei ghiacciai del mondo antico. CHARPENTIER l'attribuisce all'azione combinata di ghiacciai, e di ciottoli e massi che vi corsero sopra. Opinione che venne in seguito sensibilmente modificata dal DE-LUC, per ispiegare il trasporto dei massi e dei ciottoli, che talvolta s'incontrano a distanze grandissime del posto loro naturale, e che per arrivarvi

dovettero traversare alti monti e profonde valli. Senza discutere la probabilità di queste diverse opinioni, io mi contento di far notare, che i fatti citati e centinaia d'altri, che ne'miei viaggi m'avvenne di osservare, m'obbligano a preferire a tutte le opinioni a questo riguardo fin ora emesse, quella del sig. Beaumont, cioè che siffatto pulimento e corrosioni superficiali delle roccie siano conseguenze delle correnti alluviali generatesi dalla istantanea liquefazione de'ghiacciai e delle nevi, che coronavano i monti anteriori all'ultimo sollevamento.

Fuora di *Pralognan* e per un certo tratto di strada il calcare fa testimonianza delle successive accadute dislocazioni, e come quel suolo sia stato urtato da forze provenienti da direzioni opposte. Esso dapprima sta colla direzione E. 15° N. O. 15° S. ed inclina al S. 15° E., vale a dire pende sopra il terreno primitivo di cui si è parlato; poscia poco dopo diventa N. 45° E. S. 45° O. Questo calcare riposa sull'arenaria, la quale ha sotto di se alcuni strati di calcare dolomitico, la qual cosa è un semplice accidente, poichè eccettuata questa circostanza, le roccie si succedono in quanto all'ordine di soprapposizione come a *Villet*, ove il calcare è eziandio frammezzato da arenaria. In questo luogo è meno alterata, ma lo è pure meno il calcare, laonde malgrado la discordanza di stratificazione, si ha tuttavia a conchiudere, che tutta quella massa calcare collettivamente considerata appartenga come a *Villet* al *terreno oolitico inferiore*.

Codeste roccie appariscono ancor meglio lungo la grande spaccatura chiamata *Colle de la Vanoise*, la quale fa continuazione all'alto-piano del Monte Cenisio; e tutte e due si sono formate contemporaneamente, e nella stessa guisa, come di leggieri si scorge e come attestano i fatti. Ivi gli strati hanno le testate in prospetto, cioè a dire inclinano in verso opposto, di maniera che la linea anticlinale cammina secondo la lunghezza della direzione di quelle due spaccature; una delle quali, cioè quella del Monte Cenisio, in una mia Memoria sulla Valle di Susa (1), la paragonai rispetto alla maniera con cui si operò ai *Crateri di sollevamento*, ossia ai *centri di sollevamento*; ed a questa mia asserzione si presta la disposizione quasi circolare degli strati alle due estremità dell'alto-piano. Ma per osservarla occorre di studiare quella

(1) V. il Tom. XXXVIII delle Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino.

località piuttosto in grande, e se lo stesso metodo si tiene intorno ai monti della *Vanoise* si viene allo stesso risultamento. Dunque questa maniera di sollevamento stata cotanto discussa, e su cui si ebbero tante opinioni contraddicenti, non è soltanto visibile nei terreni vulcanici come li intendiamo presentemente, ma esiste eziandio fra monti ben più antichi, e che dal canto della natura mineralogica non sono paragonabili coi vulcanici. Al colle *de la Vanoise* il terreno primitivo arriva a fior di terra, e si propaga anche sotto il sedimentoso, per alzarsi poscia a qualche distanza e formarvi alcune elevate punte che lo dominano. Esso entra nel circuito di quelle specie d'ellissoidi tracciati lungo la linea della *faille* (salto) avvenuta col sollevamento dei monti del sistema delle Alpi occidentali, epoca in cui nelle Alpi ebbero luogo parecchi sollevamenti a foggia di *crateri*; e perchè meglio se ne comprenda l'origine e lo stato presente, si supponga su un punto qualunque delle nostre estesissime pianure, ovvero anche in mezzo de'monti un centro di azione premente od urtante dal basso in alto, ne seguirà, che se il terreno primitivo non li squarci e non esca, e che gli strati sieno in quel momento o diventino molli e plastici, in questo caso essi si adatteranno e vestiranno perfettamente gli alzamenti o le protuberanze che acquisterà il primo (V. Tav. 2. Fig. 2); ma se gli strati sedimentosi rimangono rigidi e duri non si presteranno a quelle curvature, ma bensì si romperanno, e la rottura comincierà sempre dagli strati superficiali e via via prosieguirà negli inferiori secondo la forza dell'urto, ossia proporzionatamente all'alzamento della materia, di cui ragionevolmente si ammette la residenza nelle profondità terrestri. Spesso poi tutto il terreno stratificato è stato rotto, e uscì dalla spaccatura il terreno che impresse l'urto; talvolta poi la spaccatura giunse soltanto alle roccie dette primitive, le quali come è ben naturale il congetturarlo, trovandosi a que' tempi, e in quello stato del globo ancora immediatamente influenzate dal *calore centrale*, dovevano possedere una elasticità, che probabilmente mancava negli strati più distanti, e che per la stessa ragione esse perdettero in seguito. Ora i fatti al colle *de la Vanoise* dimostrano al mio giudizio un sollevamento di questa maniera (V. Tav. 1. Fig. 3), il quale fra i caratteri impressi al suolo fu d'attribuire agli strati un' inclinazione in verso opposto.

Volendo determinare l'epoca di tali sollevamenti non bisogna contentarsi d'esplorare la sola giacitura degli strati, perchè è facile essere

ingannati, ma bensì bisogna risalire alla causa, e alle relazioni ch'essa può avere coi fatti osservabili sulla più grande estensione possibile: così quantunque la pianura del Monte Cenisio ed il colle *de la Vanoise* sieno attorniati da monti, che si riferirebbero pella giacitura degli strati al sistema delle Alpi orientali, io tuttavia penso che si abbiano a ritenere opera delle Alpi occidentali, per la sola ragione che il terreno primitivo si trova lungo una linea di quest'ultimo sistema, bene indicata su più luoghi dalla stessa qualità di terreno, che traccia quella *faille* (salto) di cui si è altrove parlato. Le dislocazioni sono piuttosto confuse; e gli ultimi sollevamenti modificarono gli anteriori, de' quali restano tuttavia indizii assai distinti di quello chiamato dal BEAUMONT *Monte-Viso*.

Uscendo dal piano detto *entre les deux eaux* per discendere nella Moriana si vede il calcare soggiacere ad arenaria cambiata anch'essa in quarzite; il calcare poi va ad accumularsi in un monte tormentatissimo posto al Nord, e di là prosiegue verso al N. N. E. ove finisce contro il terreno primitivo. In più punti è metamorfosato in gesso e poco sotto al suaccennato piano ne compariscono massi a lato del terreno primitivo, i quali poco più al basso sono surrogati da calcare cristallino, scistoso e bigio colle falde dirette N. 25° E. S. 25° O. ed inclinato all'E. 25° S., nella qual giacitura si scorge chiaramente l'effetto del sistema delle Alpi occidentali, al quale devesi eziandio riferire l'apertura del Vallone ove codesti fatti esistono. L'alternativa nella successione del gesso e del calcare, che fin qui non si palesò in modo distinto, si trova netta e decisa alla regione *de' Pini*. Quivi il gesso è coperto da calcare scistoso, il quale si prolunga contro una di quelle roccie proprie soltanto al terreno primitivo.

Codesto calcare è sempre il banco di *Villet* che ricomparisce in più luoghi. Esso segue fin oltre il forte di *Bramant*, ma quando cambiato in gesso, e quando appena alterato nella struttura, come si osserva verso la cima del monte su cui è fabbricato il forte, il qual monte dal tanto che potei scorgere e conoscere dalla grande strada ha le falde di terreno primitivo, e forse d'eufolide, roccia che costituisce presso *Villardorin* un monte, la cui superficie è rossa sporca per la sopraossidazione del suo ferro, lo che ne cagiona lo sfacimento. I monti fin presso *Modane* sono costituiti di solo calcare, ed hanno i loro strati costantemente nel verso del sistema delle Alpi occidentali, tolti alcuni

accidenti, i quali mi sembrano opera del sistema del *Monte-Viso*, e ciò è una delle tante prove che potrei addurre in conferma dell'opinione emessa che quelle regioni sieno state sottoposte a varii sollevamenti prima dell'apparizione delle catene de' monti, le quali distinguono i due sistemi delle Alpi. Cessando il calcare, viene di nuovo l'arenaria modificata, che mi parve superiore ad esso, quindi si entra in mezzo a monti coperti delle roccie già altrove in questo scritto indicate come le rappresentanti l'*Oxford clay*, ossia il terreno antracitoso superiore. Consistono esse in psammiti, in calcare scistoso, arenarie e poddinghe generalmente con tinta bigia intensa, e racchiudono depositi d'antracite che si scava in varii punti. Le roccie di questo terreno sono rotte sotto *S. Michel*, e ne esce il calcare, che forma poi il monte collocato al N. N. O. del paese; la sua posizione, ed i suoi caratteri assicurano che è la continuazione del potentissimo banco di *Villet*. Ho molto detto sull'ordine di soprapposizione dei differenti terreni fin qui nominati; tuttavia credendo ciò cosa utilissima, non posso proseguire senza fermarmivi ogni qual volta pel metodo impiegato in questa descrizione me ne viene l'occasione. Ho tuttora ricordato che li psammiti, certi calcari scistosi, le arenarie e infine anche certe poddinghe soprastanno al calcare di *Villet*, il quale è superiore al liasse. Ciò si riconosce a *S. Michel*, e tutto al lungo del vallone che mette, tra gli altri luoghi, al Monte *Tabor*. Sopra *les chalets de Barmet*, nel vallone di *Sez* sembrano inclinare al S. S. O. Sarebbero pertanto in verso *senclinale* con quelle di *Bosel* e dei monti poco prima di *S. Michel* dalla parte di *Termignon*. Verso l'estremità superiore del vallone lo scisto diviene verde sporco, e pare avere sofferta una maggiore alterazione. È abbassato all'O. 10° N. Alla *Gran combe*, e quasi sotto il ghiacciaio inclina all'E. 17° S. Il quarzite poi al ciglione quasi del Monte pende all'E. 30° S. Un'arenaria modificatissima che vi sta sopra come a cavalcione ha i due pendii lustri e finamente rigati. Intanto attraversando questi luoghi si arriva al Monte *Tabor*, il quale è composto di scisti argillosi verdi, coperti di quarzite, che inclinano all'E. 30° S. Alla vetta affatto del medesimo havvi un calcare scistoso compatto, nero venato e intarsiato di giallo. Compariscono alla superficie noduli lunghi capricciosamente tra loro avvolti ed intralciati, i quali potrebbero essere spoglie di corpi organici; ma il loro cattivo stato, e la bizzarra maniera con cui sono imprigionati nel calcare impediscono un esatto giudizio. Nullameno chi è abituato

allo studio delle roccie, e più ancora a esplorarne il giacimento nelle Alpi conosce tosto, che siffatto calcare ha niente di comune con quelli fin adesso in questo scritto menzionati, quando invece conserva molta analogia col calcare detto *Portlandien* (i Francesi lo chiamano anche *de la porte de France*). Sarebbe dunque il terreno più moderno della formazione oolitica nelle Alpi, il quale corrisponde alle roccie di cui in generale sono costituite le più alte cime della catena del Giura. Io cercai di schiarire la mia idea a questo riguardo; non so se sia arrivato a conoscere la verità. Consegno qui i risultamenti delle mie osservazioni nella fiducia che ecciteranno i cultori della scienza a ricerche e lavori più particolarizzati, onde scoprire come veramente stia la cosa.

Le roccie che dalla parte del *Tabor* acquapendente nella Moriana inclinano generalmente verso l'E., sul pendio opposto discendente nella porzione della valle di *Bardonèche*, detta valle *Stretta*, sono invece abbassate verso l'O. Esse sono dunque piegate a foggia di *U.* La stessa cosa come asserì il sig. ELIA di BEAUMONT esiste al colle *du Chardonnet* posto al Sud del *Tabor* (1). Sul ciglione di questo monte si trova quel calcare che congetturiamo corrispondere al terreno *Portlandien*, anzi io penso che la grande accumulazione di questa sostanza divisa in suoli da certe varietà di roccie arenacee, che qua e là guerniscono la cima de'monti, coprendo la poddinga, ec. del terreno antracitoso superiore, sia composta oltre l'accennato terreno, dei due seguenti, il *Coral-rag* ed il *Kimmeridien.* È poi certo che al Monte *Tabor* esistono gli stessi terreni riconosciuti dal BEAUMONT al colle *du Chardonnet*, e nello stesso ordine di soprapposizione. Il calcare *Portlandien* copre al *Tabor* le varie qualità d'arenaria del terreno antracitoso, supposto corrispondere all'*Oxford-clay*. Le poddinghe composte di ciottolini di quarzo, e di alcuni pochi minuzzoli di scisti connessi da cemento or talcoso e or molto quarzoso, che s' incontrano sotto il *Tabor* discendendo nella valle di *Bardonèche* detta valle *Stretta*, rappresentano la parte media dello stesso terreno. Esse palesano un' alterazione, che non riconobbi nelle roccie corrispondenti delle contrade fin ora nominate, e che le rese assai consimili alle poddinghe od anageniti del terreno *liassico superiore* di *Moutiers*; ma confrontandone la rispettiva posizione, tenendo

(1) V. Annales des Sciences Naturelles, Tom. XV. pag. 373.

però preciso conto della piega particolare che ritengono al *Tabor*, appare subito essere quivi la poddinga superiore al calcare di *Villet*, essa stessa già soprapposta alla poddinga di *Moutiers*. Alcune roccie con antracite giustificano in certa qual maniera la nostra classificazione. Si tentò di scavare questo combustibile, la qual cosa avrebbe forse scoperto fossili, i quali ora servirebbero a levare ogni dubbiezza, ma è sperabile che per la scarsezza del combustibile un giorno o l'altro si ripiglino i tentati lavori, con vantaggio della società, ed utile alla scienza.

Dove si fece un accurato studio del terreno oolitico inferiore quasi dappertutto si trovò fra gli altri minerali il ferro piriforme. Nella valle *Stretta*, e sotto il *Tabor* comparisce qua e là su un tratto assai lungo la testata di uno strato di ferro perossidato rosso (oligisto), il quale alla lente palesa la struttura granellare. Il non essere allo stato d'idrato combina maravigliosamente colla metamorfosi delle roccie, poichè l'agente che su esse reagì non potè a meno di svolgere l'acqua, qualora l'ossido ne contenesse. La presenza di questo minerale aggiunge probabilità all'opinione adottata intorno all'epoca del terreno. Lo strato ferrigno è nel quarzite, ed ha accanto strati di calcare e di poddinga, per cui è facile confondersi sul vero suo giacimento, quando non si ponga mente alla piegatura degli strati, che stanno nella maniera rappresentata dalla Fig. 4. Tav. 1. E questa curvatura degli strati spiega ancora come il ciglione de'monti circostanti a *Bardonèche* sia di calcare mentre verso la loro base sta accumulata la poddinga antracitosa superiore. Discendendo verso *Oulx* tratto tratto ricompariscono le accennate roccie, per la ragione che tutta la formazione giurassica quivi è piegata e ripiegata. Ora se ciò si abbia ad attribuire alla menzionata *faille* (salto), oppure se provenga dall'incontro o incrociamento di due sistemi di sollevamento, è quanto per ora non oso dire, troppo scarsi essendo i fatti colà indagati.

I tre terreni, il *Coral-rag*, il *Kimmeridien* ed il *Portlandien*, che appena esistono sul *Tabor*, abbondano dietro l'asserzione del Beaumont nei monti del colle *du Chardonnet*. Si sviluppano poi considerevolmente ne' monti dalla parte di *Neuvache*; e siccome sono rappresentati dal calcare, potrebbe taluno credere che sia sempre il banco di *Villet*, ma il suo giacimento sopra il terreno antracitoso corrispondente all'*Oxford-clay* toglie su ciò i dubbi, i quali si presentano in gran numero trattandosi di un terreno senza fossili. Che il calcare sia soprapposto al

poddinga localmente non apparisce, anzi un rovesciamento degli strati fa comparire i fatti tutto all'opposto di quel che dovrebbero essere. Quindi ne'monti sotto il colle *Cristouval*, posti fra *Neuvache* e *Briançon*, il calcare giace sotto le roccie antracitose, ivi rappresentate dal psammite e da un'arenaria con ciottoletti quarzosi rossicci, alternante con altra varietà di tinta verdiccia. Questa anormale soprapposizione è avvertita dalla direzione degli strati, e dalla regolare giacitura, che in qualche punto ancora conservano; e volendo rintracciare la causa di simile rovesciamento, pare si abbia ad ascrivere all'incontro dei due sollevamenti del Monte-Viso e delle Alpi occidentali, i quali forzarono gli strati a prendere la curvatura, e la pendenza rappresentate dalla Fig. 5 della Tav. I. Si distingue assai bene il rovesciamento di cui si tratta, osservando i monti dalla vetta dominante il colle *Cristouval* dalla parte del S. E. Di colà sopra si ha un estesissimo orizzonte, sul cui piano si elevano tante punte separate dalle sottostanti valli, ed in esse si vedono ad uno ad uno i fatti principali testè accennati. Non senza maraviglia si mira che il calcare, il quale alle falde de'monti pareva inferiore al terreno antracitoso, gli è invece soprapposto; e coll'occhio si scorgono nel tempo stesso i medesimi fatti da una parte proseguire sino al *Tabor*, e dall'altra fino ne'monti circostanti a *Briançon*. Sul pendio abbassato verso questa città, il calcare è frequentemente rotto, e vi si vede sotto il terreno antracitoso, la qual cosa conferma sempre più l'epoca assegnata a questo calcare. Questa soprapposizione si vede in parecchi luoghi, ma particolarmente sotto i primi *Chalets* detti *de la Salle*. La linea *senclinale* di que'monti è diretta verso il *Tabor*; anche questo fatto giova a comprovare le cose accennate, e tanto più se si collegherà con quanto si è detto parlando delle roccie che compongono il monte *Tabor*.

Gli stessi terreni compongono i monti a ponente di *Briançon*, e sotto ad essi si osserva un calcare cristallino, ch'io reputo dell'oolite inferiore. Il banco superiore al terreno antracitoso, corrispondente al *Coral-rag*, al *Portlandien*, ec. è tramezzato da numerosi strati di gesso. In que'monti le dislocazioni recate dalla *faille* (salto) delle Alpi occidentali, si confondono, ossia sono meno appariscenti, per altro di più antica data, e ch'io giudico riferibili al sistema del Monte-Viso, il quale si distingue poi meglio a mano a mano che si avanza ne'monti al Sud della città. Il calcare verticale de'monti sopra *S. Martin* ne tiene già la

direzione, correndo S. 17° E. N. 17° O. Colla stessa giacitura sta accanto di esso uno scisto talcoso verde con pochissimo felspato, e quarzo, il quale senza subire nessun cambiamento di giacitura, e di composizione prosegue al colle, se non erro chiamato da quegli abitanti *Paquet*. Benchè nel terreno giurassico metamorfosato delle Alpi non sieno rari gli scisti consimili, io propendo tuttavia a credere, che questo spetti di preferenza al terreno primitivo, e a ciò sono indotto dalla perfetta sua identità con altri che la posizione non lascia dubitare della loro epoca, e diffatti non saprei trovare allo scisto di *S. Martin* differenza essenziale dallo scisto di *Naves* nella Tarantasia, da quello presso il castello di *Queyras*, ec.

Gli anageniti ossia le poddinghe antracitose nei contorni di *Briançon* sono poco a presso identiche con quelle dei monti, ove sta tagliato il colle di *Cristouval*. Si compongono di ciottoletti di quarzo bianco, con altri rossicci, connessi mercè di un cemento similmente quarzoso, e tra gli strati di tinta rossiccia ne sono intercalati dove a dove di tinta verdiccia; e sì gli uni che gli altri palesano una profonda alterazione, la quale non si può ad altra cosa attribuire, se non alle roccie di sollevamento.

Internandosi nel vallone che mette al colle d'*Ayes*, di dove si discende poi al castello di *Queyras* si mira un grande e compiuto disordine nella positura delle roccie consistenti nei soliti psammiti e poddinga coperta dal calcare *Portlandien*, ec. Alle falde de'monti al solito gli strati inclinano all'O. 4° S. di 80°. Alla metà circa di essi compariscono numerose screpolature nel verso del N. 17° E. S. 17° O. mentre gli strati pendono N. 21° O. Al colle poi esce il quarzite, il quale benchè apparisca superiore al terreno antracitoso, fa però parte dell'oolitico inferiore. L'ordine dunque di soprapposizione è quivi come altrove sconvolto, e le roccie che in un dato punto di que'monti stanno sopra, se le cose rimanessero nello stato loro naturale, ovvero se non vi fosse accaduto un rovesciamento, le sarebbero sotto. Una simile complicazione in un fatto principale, quale si è appunto la positura delle roccie palesa la rinnovata azione di una forza corsa in più versi, di cui certuni paiono ancora riconoscibili per le traccie impresse al suolo. Alcune di esse accennano l'influenza del sistema di sollevamento *Sardo-Corso*, mentre altre indicano la cooperazione del sollevamento del Monte-Viso, e delle Alpi occidentali; anzi la *faille* (salto) di quest'ul-

timo sistema si propaga appunto in quella regione, e tra gli altri indizii esistenti, va pure annoverato lo scisto talcoso, ch'esce poco prima del castello di *Queyras*, il quale già s'avvertì appartenere al terreno primitivo. Il risultamento infine dell'azione di questi sollevamenti che agirono ciascuno a sua volta sopra lo stesso spazio di terreno, si è stato di avvolgere gli strati in maniera da potersi paragonare molto verosimilmente alla figura che si dà ad un foglio di carta, quando prendendolo ad uno de'suoi angoli si avvolge su se stesso onde accartocciarlo. Da questa particolare guisa d'essere degli strati proviene la loro variabilità d' inclinazione lungo lo stesso pezzo di monte, ed è eziandio per questa singolare figura degli strati che il calcare del terreno oolitico inferiore copre e sta curvato sopra l'antracitoso.

Le stesse roccie ritengono al colle *du Fromage* un ordine regolare e naturale di soprapposizione. Il calcare che corona quella vetta, metamorfosato talvolta in gesso, lo credo del banco di *Villet.* Nelle giogaie laterali sorge una roccia anfibolica, su cui poggia immediatamente uno scisto talcoso ancora identico allo scisto di *Queyras*, ecc.; ma tra questo e il calcare testè nominato, vi stanno roccie ch' io giudico del terreno *liassico*, il quale poi regge un' arenaria modificata in quarzite. Il terreno antracitoso abbonda principalmente nel monte sopra *Saillac*, coll' inclinazione verso l' O. 30° S., la quale distingue principalmente il sistema del Monte-Viso. Il calcare delle giogaie a diritta del viaggiatore avviato al colle *Clauzis* resta superiore al quarzite dei monti alla sinistra del medesimo, laonde corrisponde ai terreni altrove nominati *Coral-rag*, *Portlandien*, ecc.

Niente di rimarchevole si presenta fin presso *S. Paul* nella valle dell' *Ubaye*. I monti su questo spazio sono composti di quarziti e di poddinga rossiccia alterata, con ciottoli quarzosi fortemente aderenti, e corrispondono all' *Oxford-clay*; ma ivi poi comparisce la formazione cretacea, la quale corona i monti delle vicinanze di *Jauzier*, e preme il terreno giurassico visibilissimo. Avendo altrove a parlare di questa formazione, dirò allora quanto a mio giudizio vi ho notato di meritevole d'attenzione.

La formazione giurassica si ritrova con tutti i suoi caratteri nei monti all'ovest di *S. Dalmas le Sauvage*, villaggio quasi all'origine della valle della Tinea. L'arenaria quarzosa con ciottoli e ciottoletti rossi del terreno antracitoso superiore vi abbonda, e a luogo a luogo regge

grossi banchi di calcare solitamente bigio sporco e non sempre cristallino. Gli strati sono piegati e ripiegati, e secondo il mio avviso è lo stesso terreno, che quello delle alte cime del Giura, ossia il *Portlandien*, il *Kimmeridien*, ec. Nel piano *Salsamoren*, sotto il colle *du Lauzanier* (*pas del mul*, *cima di pouriac*) è cristallino con grossi massi di gesso aventi la figura irregolarmente elissoidea. I monti a codesto piano circostanti sono in generale di calcare tramezzato da rari banchi d'arenaria calcare. Il calcare è bigio scuro con struttura vicina alla compatta, ma quel che è essenziale, racchiude fossili animali, su cui non si può dare un giudizio, essendo male conservati; tuttavia si vede abbastanza per distinguere, che non sono gli stessi del calcare sul ciglione delle giogaie attorno Barcellonetta, nel quale signoreggiano impronte di fuchi mentre ivi non se ne scorgono. A me parve lo stesso calcare de'monti attorno *S. Dalmas le Sauvage*, il quale s'avvertì rappresentare i terreni *Coral-rag*, *Kimmeridien*, e *Portlandien* (1). Che questo calcare sia piuttosto la continuazione di quegli strati che opiniamo riferirsi a questi tre terreni mi sembra provarlo la sua giacitura superiore alle roccie antracitose; ma per osservarla bisogna traversare nella valle della Macra pel colle detto *des Monges*, essendo, verso le radici del monte, che si mostrano le poddinghe antracitose. Il calcare si prolunga nella propagine de'monti, e poscia va a nascondersi sotto il terreno numulitico, di cui sono formate le alture di *S. Ours* (V. Tav. 1. Fig. 7).

La formazione cretacea veste il dorso dei monti che stanno a foggia quasi di circolo attorno *Arche*, villaggio della valle Oronay, la quale sbocca in quella dell'*Ubaye*, presso *Glaisoles*; la qualità delle roccie in generale non differisce dalle contemporanee sui monti circostanti a Barcellonetta, ma ciò che ne stabilisce l'identità sono i fossili, che in ambe le località sono gli stessi, e l'analogia esiste perfino nelle proporzioni di essi, avendo notato che tanto in una che nell'altra regione predominano i vegetali della famiglia dei *fuchi*. Tra il calcare ricchis-

---

(1) Il sig. Marchese Lorenzo Pareto da Genova, Geologo distintissimo, in una dotta sua Memoria stampata nel Tom. IV *du Bulletin de la Société Géologique de France*, pag. 185. mette questo calcare nella formazione cretacea. Noi che trovammo esattissima la sua Memoria, siam dolenti di non poter acconsentire alla sua opinione, la quale è poi applicabile ai terreni attorno il lago *du Lauzanier*. Questo egregio Geologo sta lavorando alla carta geologica degli Apennini; renderà pubblicandola un segnalato servizio alla scienza.

simo di *fuchi*, ed il calcare superiore al terreno antracitoso, rimangono alcuni strati di calcare bigio argilloso dovizioso di zoofiti, su cui a volta a volta succedono suoli di calcare arenoso racchiudente varie specie dei generi *Cerithium*, *Ampullaria*, *Citherea*, *Cassis*, ec., ec. Codesto calcare lo vidi solamente presso il lago *du Lauzanier*, e mi ricordò ciò che notai a *Diablérets* presso *Bex* in Svizzera, alla rocca *des Fizs*, nei monti di *Sales* tra le valli di *Sixt* e di *Servoz* e nei contorni di Nizza marittima, vale a dire, mi provò quivi come nei luoghi accennati l'esistenza del terreno numulitico, ossia cretaceo inferiore, il quale scorre probabilmente tutto al lungo di que'monti poichè ricomparisce, come già si disse, ne'monti sopra *S. Ours*.

Il calcare giurassico, sotto *S. Dalmas le Sauvage*, è interrotto da uno scisto talcoso verde, e da un micascisto quarzoso. Codeste roccie dirette E. 25° S. O. 25° N. abbassano verso il N. 25° E. Una tale giacitura si nota ancora nelle roccie del vallone che mette al piano di *Salsamoren*. Entrando in esso, dopo mezz'ora circa di cammino hannovi tramezzo a questi scisti alcuni strati di calcare cristallino, i quali e perchè seguitano la direzione del micascisto, e più di tutto ancora, perchè alternano con esso, mi autorizzano a dichiarare questo calcare della stess'epoca delle roccie in mezzo a cui giace, ossia primitivo. Nè vale in questo caso il dire, che il calcare sia giurassico modificato, poichè bisognerebbe allora riferire alla stessa formazione lo scisto talcoso ed il micascisto fra cui alterna, mentre sono costituiti di tali sostanze, che escludono ogni sospetto d'una derivazione da sedimenti metamorfosati. Per quanto lontano può lanciarsi lo sguardo dalla parte del S. 10° E. l'occhio non distingue che monti composti di terreno primitivo, la cui stratificazione non concorda con quella del giurassico, e ciò mi si svelò al punto del mutuo loro contatto presso l'accesso del piano di *Salsamoren* dove quest'ultimo è abbassato O. 40° N. mentre il primo inclina come si disse più sopra. Questa discordanza tra i terreni delle due formazioni suppone un dislogamento nel terreno primitivo, prima che venisse coperto dal giurassico, la qual cosa presenta niente di strano a chi conosce la struttura complicata della catena delle Alpi. Ai colli *des Monges*, *du Lauzanier* la formazione cretacea poi seguita nemmeno l'inclinazione della oolitica (giurassica) soggiacente. Indagando come siano avvenuti così complicati e disordinati fenomeni mi pare che ognuno abbia a persuadersi, come io stesso mi persuadei, della combinata coope-

razione dei sollevamenti del Monte-Viso, del Pireneo-Apennino, e delle considerevoli modificazioni ed innovazioni che a suo tempo vi recò il sollevamento dei due sistemi delle Alpi. Uno di questi, ch'è quello delle Alpi occidentali, lasciò di se impronte distintissime nello gneiss del monte *Pebrun*, contro il quale vanno a finire lo scisto talcoso ed il micascisto quarzoso, e tutte queste roccie primitive costituiscono un gruppo di monti, pel quale passa appunto la *faille* (salto) già tante volte nel corso di questo scritto menzionata.

I monti tra cui corre la Macra si compongono degli stessi terreni fin qui studiati. Solamente sono quivi maggiormente sconvolti, e più compiutamente metamorfosati, lo che ne rende meno facile la distinzione. Accingendomi io a questa impresa conosco che mi avventuro a dir cose, che non è impossibile, anzi che è probabilissimo che abbia poscia a disdire. Ma proponendomi la continuazione dell'intrapreso lavoro sulle Alpi, non mancherò a mano a mano che l'occasione verrà propizia d'indicare e correggere gli errori o le inesattezze che le mie ulteriori osservazioni mi sveleranno.

Al villaggio Saretto in principio quasi della valle havvi uno scisto talcoso verde, venato di quarzo ialino, il quale appartiene al terreno primitivo. Esso separa il calcare giurassico (oolitico) superiore del colle *des Monges* dal terreno antracitoso superiore corrispondente all'*Oxford-clay*. Le falde corrono N. 20° O. S. 20° E. ed inclinano O. 20° S. Cercando di coordinare questo fatto isolato colle cose dei monti di quelle regioni si riconosce una distinta relazione con quanto esiste a *Queyras*, ne'monti del colle *Freius*, del colle *Paquet*, e di mano in mano si giunge a *S. Jean de Maurienne*, nella Tarantasia, ec., colla rinnovazione di uno stesso fatto. Ora supponendo una linea che passi per tutti codesti luoghi essa traccia l'andamento ossia la direzione seguita dal sollevamento chiamato del Monte-Viso; ma conviene far notare, che gli effetti di questo sollevamento, tutto al lungo della supposta linea sono a luogo a luogo considerevolmente modificati dal sollevamento accaduto posteriormente ossia delle Alpi occidentali, anzi tratto tratto queste annullarono l'operato del sistema del Monte-Viso, cosicchè presentemente le osservazioni locali, oppure ristrette a piccolo spazio non ne scoprono le traccie. Presso Acellio vien su dalle profondità terrestri la serpentina; questa roccia è un prezioso documento in prova delle cose teoriche fin qui esposte. Noi abbiamo tuttora accennato un solle-

vamento del Monte-Viso, pe'monti ove più volte si è ricordata una *faille* (salto) del sistema delle Alpi occidentali. Il primo è indicato da un seguito di monti primitivi, e dalla giacitura degli strati; la seconda oltre alle stesse cose offre in prova le roccie di sollevamento; diffatti se dalla serpentina di Acellio si prolunga una linea nel verso assegnato dal Beaumont al sistema delle Alpi occidentali, si resterà maravigliati di osservare ch'essa dividendo al Monte-Viso l'eufolide, riunisca poi la serpentina delle Valli del Chisone, di Susa, di Lanzo, di Cogno, di Aosta, ec. ec., insomma che attraversi tutte le nostre Alpi, dove in quel remotissimo tempo il suolo fu probabilmente più che ovunque sconvolto.

Lo spazio tra lo scisto primitivo di Saretto, e la serpentina di Acellio è occupato da poddinga antrocitosa modificata, formata di un mescuglio di ciottoletti altri incolori ed altri rossigni, tutti quarzosi e connessi da cemento verdiccio. Tra strato e strato di essa giace una arenaria cambiata in una specie di quarzite a grani minutissimi, bianco lattato, tempestato di squamette talcose verdi. La stratificazione è piuttosto disordinata, come accade ove il suolo è stato a più riprese urtato da forze propagantesi con direzione differente; ma dove fu alquanto risparmiato, essa si distingue nel verso N. 20° O. S. 20° E. e sfugge all'O. 20° S., nella qual cosa non combina colla poddinga dei monti attorno *S. Dalmas le Sauvage*, *Briançon Neuvache*, benchè mineralogicamente considerati, ed anche contemplati dal canto dell'età loro rispettiva, si abbia a convenire che sieno identici; e se gli strati di una località prolungati nell'immaginazione non raggiungono quelli di un'altra, ma vi fanno angoli, oppure si passano solo vicino, è questa ancora una prova di più in favore degli sconvolgimenti recati dal fenomeno di sollevamento.

Le poddinghe e l'arenaria sono sostenute da un calcare salino scissile, bigio scuro, o alquanto micaceo, il quale alterna con uno scisto quarzo-argilloso di tinta bigia scura. Il terreno antracitoso superiore della Tarantasia, della Moriana, ec., racchiude roccie identiche a queste; di consimili non manca neppure il liasse, ciò non di meno non metto in questo le roccie della Macra, poichè la loro direzione O. 40° N. E. 40° S. coll'inclinazione S. 40° O. stabilisce col primo una relazione, che indarno si cercherebbe nel secondo. Oltre ciò cessato siffatto calcare scistoso, il quale comincia presso il luogo detto la Maddalena, la valle si ristringe in una

gola tagliata in monti ancora di calcare, ma con ben altro aspetto: non è più scistoso, nè con struttura cristallina così decisa e netta. Forma grossi banchi, la tinta ne è bigia chiara; la stratificazione assai tormentata, e dove si riesce a discernerla pare che gli strati corrano inclinati all'E. 40° N. Ciò può essere un semplice effetto della curvatura degli strati, ma prescindendo per ora da questo fatto, la cui soluzione apparisce ne'monti più sotto, il calcare rassomiglia a quello di *Villet* nella Tarantasia, corrispondente all'*Oxford-clay*, e del quale io lo credo contemporaneo; la qual cosa essendo vera, serve poi a giustificare l'epoca da noi assegnata al calcare scistoso della Maddalena.

Non gran tratto prima d'entrare in Stroppo, il calcare riacquista la consueta positura, che è un'inclinazione più o meno grande verso ponente, e sono codeste replicate mutazioni, che mi palesarono la curvatura testè accennata degli strati. Sotto lo stesso paese il calcare diventa scistoso, ed inclina al S. 25° O., ma ne'monti successivi si abbassa verso l'O. 20° N. Non posseggono caratteri che ne indichino con precisione l'epoca, eccetto che si voglia tener per tale la giacitura, e forse qualche analogia tratta da caratteri meramente mineralogici, la quale da per se sola, conviene dirlo, sarebbe di poca importanza. Tuttavia dovendo venire ad una specificazione, io credo che il calcare in questa seconda porzione di monti corrisponda alla parte *inferiore* del calcare di *Villet*, la quale è quivi composta di calcare scistoso e di arenaria insieme alternati.

Una nuova qualità di roccie ne'monti prima del Pilone di S. Rocco avvertisce di un terreno differente. Vi è ancora un calcare cristallino, ma con esso lui alternano quarziti cristallini, scisti argillosi neri, dolci al tatto, e lucidi, in cui tratto tratto giacciono banchi di dolomia granosa bianca, non affatto scevra di mica, accompagnata solitamente da due strati di talco lamellare verde, o bianco argentino che scorrono l'uno sopra, e l'altro sotto di essa. Sovente è decomposto, e si converte in un terriccio giallo di ruggine. Una tale successione di roccie arriva fin oltre S. Damiano colle falde inclinate quando all' O. 30° S. quando al S. O., e quando all' O. 20° S. La mancanza di vestigie organiche cagiona sempre l' istessa incertezza sull' epoca di queste roccie. Esse però differiscono essenzialmente da tutto ciò che esiste nella parte più superiore della valle, perchè si abbiano a riconoscere di un altro terreno. Non hanno più la medesima giacitura; il calcare

ritiene particolarità sue proprie, come altresì il quarzite. Queste roccie alternano poi con altre mancanti nei monti superiori; cosicchè vi è un insieme di cose per cui sarebbe un'assurdità il credere, che tutte queste roccie stratificate rappresentino un solo terreno in varia guisa modificato e metamorfosato. Non potendo dunque dar luogo a questa credenza, e considerando d'altra parte che le roccie, di cui qui si tratta, sono inferiori alla poddinga antracitosa ed anche al calcare, considerato il rappresentante del terreno oolitico inferiore, io confido che non si troverà fuori di proposito il dichiararlo corrispondente agli strati della Tarantasia ec., collocati nel liasse. Questo giudizio essendo quasi intieramente fondato sulle analogie esistenti, non debbo sicuramente tacerne qui una, la quale se da per se indica poco o niente, serve almeno a dare maggior peso alla nostra opinione, ed è che queste roccie supposte del liasse come in Tarantasia riposano immediatamente su roccie primitive. Consistono queste in varie maniere di scisti talcosi. Gli uni sono formati di varie faldelline l'una sopra l'altra adagiata, e ciascuna poi di esse è un aggregato di larghe squame verdi lucenti e di tatto dolce. Altri ruvidetti al tatto sono divisibili in ristrettissime laminette bigio-sporche. Infine l'inferiore a queste due varietà, e che resta ancora visibile, ritiene pur esso la tinta verde, ma è compatto ed aspro al tatto. Le falde in generale inclinano al N. 30° E. di 45°.

Le roccie primitive formano i monti fino allo sbocco della valle, ed ivi sono coperte dall'alluvione ridotta in poddinga da sugo calcare. Verso la cima de'monti esse sono pel solito vestite dalla formazione oolitica. Così il ponte che mette in comunicazione la Città di Dronero col Borgo, è fondato su una roccia primitiva, ch'esce dalla poddinga alluviale. Andando al Monte S. Bernardo situato al Nord della Città si cammina ora sulla poddinga alluviale, ora sugli scisti talcosi primitivi. Presso alla Chiesa di S. Maria, posta a un terzo circa della salita, gli scisti corrono E. 15° S. O. 15° N. coll'inclinazione N. 15° E. inclinazione che più sopra cambia e diventa S. 15° O. La roccia inferiore a questi scisti contiene tutti gli ingredienti dello gneiss, senza però averne l'apparenza nè la struttura. Il mica vi è a guisa di striscie con tinta bigia: il quarzo ha la struttura e l'aspetto di calcedonia, e non solo vi si trova distribuito come in tutti gli gneiss, ma vi forma vene talvolta ancora considerevoli. Stanno interposte in questa specie di gneiss falde di talco dove bianco e dove verdiccio, ma colla lucentezza madreperlacea, e

scevro d'ogni altro minerale. L'attraversano infine specie di strati-filoni di puro felspato alterato (petunzé). La direzione in cui si prolungano gli strati è la stessa dei sovraccennati scisti E. 15° S. O. 15° N. Altrove in questo scritto si è avvertito, che di qua delle Alpi havvi una successione di monti granitici e primitivi, il cui asse corrisponde alla direzione della catena similmente composta di là di queste elevatissime giogaie. Noi non tralasciammo di far notare che questa seconda catena ricevette la presente sua elevazione da successivi sollevamenti. Ora la stessa cosa è applicabile alle giogaie, che ci separano dagli oltramontani, e per qui nuovamente ricordare ciò, che si è già detto, poichè la presenza del terreno primitivo presso Dronero me ne porge occasione, osservo che esso si accorda col sollevamento del Monte-Viso; infatti si prolunghi una linea che dalla valle del Gesso vada a Saluzzo, essa riunirà nel verso dell' accennata rivoluzione varii monticelli primitivi. Se questa linea poi si protrarrà più verso il Nord, essa traverserà qua e là altri monti dello stesso sistema, i quali però palesano slogamenti meno antichi, e ciò serve appunto alla dimostrazione delle opinioni emanate.

Nei monti al Sud della Città le cose stanno in modo diverso. Il terreno primitivo scoperto su una grande estensione dalla banda del Nord, ivi appena appena si mostra alle falde della catena, e in più luoghi volendolo vedere bisogna inoltrarsi nei valloni laterali, tanto discendono le roccie della formazione oolitica consistenti in varie maniere di calcare, e in varie qualità di scisti insieme alternati.

Nel vallone detto *Nonchero* havvi rasente il suolo uno scisto quarzo-micaceo, in cui la sostanza quarzosa è distribuita in sottili faldelline con istruttura granosa, ed aspetto vitreo; il mica è verdiccio, col tatto delle sostanze talcose. Sta diretto E. 15° S. O. 15° N. ed inclina S. 15° O. Presso la cima de'monti, ove prende origine il detto vallone, havvi uno scisto assai consimile al descritto, su cui stanno poderosi banchi di calcare, il quale li copre a guisa di cappello. È incoloro con struttura cristallina fitta a segno da comparir compatto. Attorno gli sta un calcare gialliccio cavernoso, pieno di mica, e di pezzettini di scisti proprii a quei monti, per cui rassomiglia al *carniolo*, roccia costante nelle Alpi dapertutto ove esiste il gesso. Lo scisto testè dichiarato primitivo si ritrova unitamente ad altri semplicemente micacei frammezzato nel calcare. Questa alternanza con una roccia, che molte valevoli ragioni

accertano giurassica, lascia temere sulla verità dell'asserzione che esso sia veramente primitivo; tanto più che in certe località i sedimenti provarono tali metamorfosi, da non essere distinguibili dalle vere roccie primitive. Percorrendo il ciglione della propagine onde raggiungere il castello di Montemale, collocato su d'una altura da cui si gode la vista del più ameno e dilettevole orizzonte, a volta a volta ritornano sotto gli occhi scisti e calcare scistoso, della cui riunione in alternanza si compone quel pezzo di catena montùosa. Gli scisti mica-quarzosi contengono sostanza calcare sensibilissima agli acidi forti. Sotto la Cappella dedicata a S. Rocco hanno con loro varii strati di due altre qualità di roccie, le quali ciascuna a sua volta compariscono del pari, discendendo da Montemale a Dronero seguitando il vallone della *Vergine di Rivo*. Una di queste si è il vero quarzite proveniente dalla modificazione dell'arenaria; l'altra è uno scisto argilloso, nero, lucido e di tatto dolce. Il calcare con cui alternano è cristallino, bigio chiaro, come quello su cui è fondato il Castello di Montemale. L'inclinazione di tutte queste roccie si è all'E. 25° N., e tale si sostiene nella regione al fondo quasi del vallone detto *l'argilloso*, ove il calcare per la sua struttura ed il suo aspetto si riferisce alla varietà, che i mineralogi chiamano *alabastro*. Di questo havvene dell'incoloro; ma la massa principale è tinta in rossiccio più o meno cupo, la qual cosa lo identifica coll'alabastro conosciutissimo di Busca e di Monte Rosso nella Valgrana. Il Geologo che tiene in nessun conto codesti fuggitivi caratteri, trova nella giacitura le ragioni per stabilire la contemporaneità di quei depositi alabastrini.

In Valgrana queste roccie posano su scisti alternati da calcare salino scistoso, gli uni e l'altro bigio-scuri, ed aventi l'aspetto preciso delle roccie liassiche. Sulla semplice apparenza delle roccie non si può giudicare l'epoca di un terreno, ma quando fosse veramente del liasse, allora il calcare e gli scisti tra il vallone *Nonchero* e Montemale da una parte, e quelli sul pendio del Monte S. Bernardo dall'altra rappresenterebbero ivi il calcare e gli scisti di *Villet* nella Tarantasia.

Il terreno alluviale copiosissimo allo sbocco della valle, e che si estende dall'una e dall'altra banda alle falde della catena, è stato qua e là profondamente corroso o tolto dalle acque. Vicino al Villar S. Costanzo restarono di questo terreno tante colonne isolate su cui sta un grosso sasso paragonabile se si vuole a un cappello. La numerosa quantità di queste colonne, tutte presso a poco simili, diede origine ad

un racconto favoloso, creduto da quegli abitanti, il quale svela la credulità e la dabbenaggine de'tempi di mezzo in cui fu inventato.

Lo spazio tra la valle della Macra e quella del Tanaro è occupato da monti composti dei finora descritti terreni. Vi si osservano pur anche le stesse qualità di roccie, e quivi come nelle altre regioni delle Alpi si succedono ad una ad una nell'ordine indicato. Sono costantemente metamorfosate; la poddinga talvolta è così alterata che rassomiglia puro quarzo. Sotto Montaldo nella valle della Corsaglia esce di mezzo al quarzite la testata d'uno strato di ferro perossidato rosso nella direzione E. 30° S. O. 30° N. Questo minerale, che ha in comune con quello del Monte Tabor e la natura e il giacimento e l'epoca, fu già riconosciuto attraverso que'monti fino sopra Noceto nella valle del Tanaro. Una linea che unisca il Tabor a questa località tocca più volte il filone di ferro, il quale si mostra qua e là ne'monti frapposti nei due estremi punti della supposta linea.

La stratificazione poi svela abbastanza chiaro l'azione esercitata in que'monti dai due sollevamenti accaduti a grande distanza di tempo l'uno dall'altro, quali sono il sollevamento Pirineo-Apennino, e quello delle Alpi occidentali. Sul declivio volto tra il Nord e l'Ovest esiste qua e là la formazione terziaria, e di essa dove si nota il terreno medio, come nei contorni di S. Michele, di Ceva, di Bagnasco, ec. e dove il terreno a questo superiore, ossia il terziario superiore, il quale, da sotto Mondovì ascende oltre il Santuario della Vergine di Vico, riunendosi poi dalla parte del Nord alle colline che estendonsi nell'Astigiana propriamente detta, le quali sono della stess'epoca, e della stessa natura trovandosi dapertutto inferiormente una specie d'argilla azzurra chiara, e superiormente sabbia di varie indoli. Nell'argilla lungo le sponde del torrente *Pes*, e presso il Mondovì trovai i seguenti fossili: *Dentalium elephantinum*, *Pleurotoma rotata*, *Natica glaucina*, *Pecten pleuronectes*, i quali sono comunissimi nell'argilla di tutta l'Astigiana, ed in generale a tutti i terreni chiamati *Subapennini*.

Alla sorgente del Tanaro la formazione oolitica è vestita di calcare con fuchi (calcare cretaceo); il quale corona le vette sopra Lupica ed estendesi nei monti di Tenda; anzi quivi, e sopra il colle di Limone, appartiene alla parte inferiore della formazione, e seguita dirò così fino a Mentone nel principato di Monaco, formante giogaie che dalla parte di ponente coprono la formazione oolitica, e dalla banda di levante

sono invece coperte dal terreno cretaceo superiore (arenaria e calcare scissile con fuchi), il quale arrivato a Ceriale è interrotto da una propagine giurassica, che va a unirsi coi monti di Ormea, Frabosa, ec. dalla quale propagine sorge poi qua e là il terreno primitivo, ed anche il porfido quarzifero sulle altezze delle Viozenne; ma di questo si terrà discorso, quando si ragionerà più in particolare delle roccie della valle del Tanaro.

Io non sono tra coloro, cui non gradisca una classificazione dei terreni che stabilita non sia sulle spoglie degli esseri organizzati, e nella presente Memoria trattai un così arduo argomento colla scorta di pochissime di queste. Taluni non ne avrebbero forse fatto tutto quel caso, ch' io ne feci; ma in istoria naturale niente vuol essere trascurato, chè talvolta le cose credute più da meno pongono sulle traccie di grandi verità. I belemniti negli scisti della Tarantasia, del colle *du Bonhomme*, ec., ne fanno testimonianza. Sono essi che s'oppongono alla classificazione di quelle roccie inferiormente al liasse, nella stessa guisa che avvertiscono dell'errore in cui s'incorrerebbe qualora si considerassero meno antiche della creta, provando le osservazioni dei più distinti Geologi tanto in Europa quanto fuora d'essa, che i terreni superiori alla creta non contengono mai avanzi di tali animali. Tra i varii terreni che ne racchiudono noi scegliemmo il liasse per riferirvi le roccie belemnitiche di *Petit-cœur*, del colle *du Bonhomme*, ec. E ciò sicuramente non senza una ragione. L'esempio ne fu dato dal Beaumont, del quale in materie geologiche nessuno può contrastare l'autorità. I fatti stessi su cui si deve formare il giudizio non si prestano a valide opposizioni. Notisi che coi belemniti vi stanno entrochi, e oltre a ciò vi sono impronte di piante che secondo il Brongniart vissero durante il periodo del litantrace (Houiller). Queste impronte stesse, che da un canto fanno comparire ipotetica la nostra classificazione, dall'altro poi secondo me ne accrescono la probabilità, poichè accertano, che quel terreno non è cretaceo come potrebbero far sospettare i belemniti, essendone finora indeterminata la specie, nella stessa guisa, che questi condannano la classificazione dietro le sole impronte dei vegetabili; e infine lo spazio di tempo trascorso tra la formazione del litantrace a quello del terreno liassico essendo molto minore del tempo passato tra il periodo del litantrace e quello della creta, è probabilissimo, che le piante d' allora abbiano potuto continuare a vivere fino all' epoca

del liasse, in cui le condizioni della terra non dovevano poi essere tanto diverse, come ragion vuole che lo fossero quando si depose la creta. La giacitura delle roccie che mettiamo nel liasse, non è più quella che si vede nelle roccie cretacee di quelle stesse contrade; e ciò non è un fatto locale, avendo noi riconosciuto dapertutto tra il S. Gottardo e gli Apennini ove per avventura si trova il liasse, come noi l'intendiamo, essere esso costantemente inferiore ad ogni altra roccia sedimentosa; laonde in contatto del terreno primitivo.

La scarsezza dei fossili nel liasse non è difficile a spiegarsi. Due ne sono probabilmente le cagioni. Le modificazioni e le metamorfosi del terreno stesso, per cui ogni traccia di corpi organici fu annichilata, avendo dovuto la loro materia prestarsi a quelle combinazioni richieste dalle forze chimiche; nella guisa stessa ch'avverrebbe, se così per via d'esperimento s'esponesse ad elevatissima temperatura un crogiuolo con varie qualità di terre e conchiglie. Ma forse anche in origine il liasse nelle Alpi centrali scarseggiava di avanzi animali rispetto ad altre regioni, le quali in certa qual maniera rappresentano il litorale dell'Oceano nell'epoca oolitica, mentrechè queste contrade n'erano il centro, il quale perchè profondissimo doveva essere poco popolato. Questa osservazione per altri riguardi non isfuggì all'ingegnosissimo Elia di Beaumont, il quale parlando della grossezza o poderosità della formazione oolitica nelle Alpi così s'esprime: *la partie centrale des Alpes semble offrir à nos regards l'état Pélagien du depôt dont les collines des environs de Bath et d'Oxford nous présentent l'état littoral.*

Ne'monti della Moriana, della valle della *Romanche* e in quelli della Duranza tratto tratto si presentano roccie alquanto metamorfosate, le quali sono la continuazione delle roccie liassiche di *Petit-cœur* nella Tarantasia; e se si prosegue a studiarle fino presso *Digne* nel Dipartimento delle Basse Alpi, si noterà ove furono meno alterate, che racchiudono *Grifee*, *Plagiostomi*, *Pettini*, *Ammoniti*, *Pentacriniti* ed altri fossili caratterizzanti il liasse.

Dimostrata adunque l'esistenza del liasse nelle Alpi nostre, devono scomparire le incertezze sui terreni che vi sono sopra adagiati. Non essendo cretacei, per necessità devono corrispondere a quanto esiste altrove, tra questa formazione ed il terreno liassico; ed è questa considerazione che ci suggerì di riferire tutte le roccie che separano questi due terreni, secondo l'ordine loro di soprapposizione, all'uno od

all'altro dei terreni della formazione oolitica. Se havvi in ciò dell' ipotetico, ognuno lo riconoscerà esclusivamente nell'assimilazione del calcare di *Villet* coll' oolite inferiore, che altri avrebbero forse lasciato, ossia considerato co'suoi scisti nel liasse; ma conviene avvertire che in esso stanno incarcerati fossili particolari, e che manca poi di altri proprii al liasse di quelle regioni, come sono gli entrochi; in mezzo poi a tutto questo non bisogna dimenticare l'indole delle sue roccie, e la loro posizione, le quali cose da noi considerate, ci determinarono alla classificazione adottata. Ma per ciò che riguarda alle roccie antracitose superiori ed al poderoso banco calcare, che qua e là le copre, da noi considerate le prime per le corrispondenti dell'argilla d'Oxford (*Oxford-clay*) ed il secondo come il rappresentante i tre terreni: *Coral-rag*, calcare di *Portland*, e calcare *Kimmeridien*, ci lusinghiamo d'avere seguito, dirò così, la logica della scienza. Questa classificazione non ci può essere rimproverata, almeno noi così pensiamo, senza negare che gli scisti di *Petit-cœur* rappresentino il liasse, la qual cosa oscurerebbe davantaggio la questione, poichè non si hanno ragioni per ascrivere que'terreni alla formazione intermediaria, distinta dai moderni coi nomi di terreno *Cambriano* e terreno *Siluriano*, come neanche al suo successore immediato, ossia al litantrace (Terrain Houiller) a meno d'accordare, come taluni fecero, tutta l' importanza alle impronte de'vegetabili, negligentando affatto i lumi che ci somministrano i fossili animali, tra quali poi finora in nessun luogo di quella estesissima contrada ne furono rinvenuti che caratterizzino i terreni anteriori al liasse come sono *Trilobites*, *Productus*, *Evomphalites*, ec. ec., mentre non mancano affatto quelli di epoche meno antiche, anche in regioni in questo scritto non ricordate.

La grande diversità che vi ha tra i terreni oolitici delle Alpi, ed i loro contemporanei di altrove si risolve con abbastanza di soddisfazione anche per coloro di spirito più pretendente, quando si voglia por mente all' indole delle roccie, dalla cui distruzione ragionevolmente si deve ammettere sieno stati gli uni e gli altri originati. Dove esisteva il terreno del litantrace, oppure altri sedimenti più antichi del liasse, solitamente ricchi di scisti e di calcare, non deve recar maraviglia che il terreno oolitico soprabbondi della materia di queste due sostanze, nel mentre che deve scarseggiarne colà dove furono altre roccie che somministrarono le materie di tali sedimenti; così nelle Alpi essendo dalla

distruzione dei terreni primitivi che nacquero gli oolitici, non è da istupirsi, se vi predominano di preferenza le roccie quarzose. Un tale fenomeno non vuol essere considerato in modo ristretto e limitato, ma sarà mai sempre vero che quantunque le acque abbiano potuto strascinare molta materia da lontane regioni, la massima quantità deve sempre essere stata tolta al suolo che quelle acque in una maniera qualunque bagnavano, e lavavano. Infine per ispiegarsi tanti mutamenti e diversità non bisogna dimenticare le metamorfosi subite dalle roccie, per le quali nelle Alpi l'indole loro originaria si trova affatto cambiata.

QUADRO

DEI

TERRENI COMPONENTI LA FORMAZIONE OOLITICA (giurassica)

NELLE ALPI

TRA IL S. GOTTARDO E GLI APENNINI

TERRENI CORRISPONDENTI al	ROCCIE PRINCIPALI	LOCALITÀ PRINCIPALI	OSSERVAZIONI
Liasse (parte inferiore)	Arenaria modificata; calcare scistoso cristallino; scisti argillosi con belemniti, entrochi, ecc. e impronte di piante giudicate da Adolfo Brongniart del terreno del litantrace *(Houiller)*.	Nei monti di *Petit-Cœur*; al colle *du Bonhomme*, ecc. nella Tarantasia.	In varii luoghi, contiene qualche poco d'antracite; e le roccie mostransi qua e là più o meno modificate.
Liasse (parte superiore)	Poddinga quarzosa e calcare, alternanti con calcare scistoso cristallino, e scisto argilloso.	A *Moutiers*; al colle *du Bonhomme*, ecc. nella Tarantasia.	Queste roccie subirono varii gradi d'alterazione e sono state separate dal liasse inferiore dietro la loro natura, altrimenti sono la continuazione dello stesso terreno.
Oolite inferiore	Breccia calcare con belemniti, pettini ecc.; calcare cristallino, scisti e arenarie modificati.	Nella valle d' Aosta superiore; a *Villet* nella Tarantasia; nella Moriana; nella valle della Dora; al Montecenisio, ecc.	Tra le modificazioni e metamorfosi avvenute a queste roccie, si nota spesso il calcare cambiato in gesso.
Argilla d'Oxford *(Oxford-clay)*	Psammiti, arenaria, calcare scistoso insieme alternanti, e racchiudenti considerevoli depositi d' antracite, in più luoghi scavato, come in Tarantasia, ecc.	Nelle valli d'Aosta; dell' Isera e del Doron nella Tarantasia; nella Moriana; nelle valli della Dora; della Stura; del Tanaro; di Corsaglia; della Lenza; della Roja, ecc. (1).	Alcune di queste roccie sono spesso rappresentate da una poddinga quarzosa rossiccia o verdognola alterata dalle roccie plutoniche.
Argilla di *Kimmeridge*; Oolite di *Portland*; Argilla terrosa con coralli *(Coral-rag)*	Calcare ove cristallino e ove compatto, bigio più o meno scuro, con zoofiti ed altre spoglie organiche.	Al monte Tabor; nei contorni di *Briançon*; ai colli *du Lauzanier* (Pouriac); *des Monges*, ecc.	Il calcare di questo terreno è pur egli spesso metamorfosato in gesso; i fossili che racchiude sono come stritolati, ed indeterminabili.

(1) Poddinghe di questo terreno s'incontrano nei monti tra Finale e Noli, come pure in quelli della Spezia, dove soggiacciono al calcare: il Verrucano dei monti Pisani, così bene descritto dall' esimio Professore Paolo Savi, a mio credere, va pur esso riferto a questo terreno.

NOTA

Stampavasi questa Memoria, quando il sig. Gras Ingegnere delle miniere pubblicò nel Tom. XVI *des Annales des mines* una Memoria intorno all'età geologica degli strati con antracite nel dipartimento dell'Isera. Le sue opinioni non si accordano colle nostre, e nemmeno con quanto pensa e stampò su tal riguardo il sig. Beaumont. Troppo lungo riuscirebbe il riprodurre quì le osservazioni del sig. Gras. Noi pertanto ci contentiamo di ridire in breve la sostanza del suo scritto. Egli pensa, che gli strati arenacei antracitosi del dipartimento dell'Isera si abbiano a considerare estranei alla formazione giurassica, e li crede corrispondenti, anzi rappresentanti la parte superiore della formazione del litantrace *(Houillère)*; ed ascrive poi alla parte inferiore della stessa formazione le roccie cristalline immediatamente sottoposte, le quali ivi, siccome in altre regioni alpine ove per avventura siffatte roccie restano visibili, consistono in varie qualità di gneiss e di scisti talcosi. A questa conclusione in apparenza soddisfacentissima, fu il sig. Gras determinato dall'aver colà riconosciuto il fatto notissimo ne' monti della Tarantasia, d' impronte vegetabili della flora carbonosa. Ma quivi ogni inganno resta impedito essendovi con esse impronte belemniti, sorta di spoglie animali, che il sig. Gras trovò unicamente nel calcare, il quale con stratificazione discordante, sta sopra all'anzidetto terreno antracitoso; per le quali cose lo ammette dell'epoca giurassica. La discussione dell'accennata opinione richiederebbe una perfetta cognizione dei singoli fatti che la suggerirono; cognizione che noi non possediamo, se non che su alcuni pochi punti più prossimi alla frontiera de' Regii Stati, ove pel nostro lavoro ci dovemmo recare; da quel tanto però, che abbiamo ivi osservato, e dalle cognizioni acquistate colla lettura della Memoria stessa del sig. Gras, ci pare che i terreni da esso studiati sieno identici con quelli della Tarantasia, laonde ci permettiamo di esprimere i nostri dubbi sulla classificazione da esso lui fatta.

Lo stabilire come fa il sig. Gras il suo giudizio sulla presenza di certe spoglie fossili, e sulla mancanza di certe altre non ci pare un metodo molto filosofico, sapendosi da tutti coloro, che coltivano la geologia, trovarsi bene spesso il medesimo strato in un punto doviziosissimo di

fossili, in un altro di questi poverissimo, od anche affatto privo, come avviene d'osservare nei terreni di tutte le epoche, senza che però se ne conosca troppo la cagione. Occorre altresì di vedere lo stesso strato rinserrante a luogo a luogo specie o generi di fossili particolari, cosicchè senza una certa accortezza dell'osservatore si crederebbe incontrare strati diversi, quando invece si è sempre lo stesso, che si ha sotto gli occhi; ciò si è facilissimo in monti così scompaginati come sono le Alpi, ma chi ne conosce la struttura difficilmente cade in simile inganno. I monti studiati dal sig. Gras fanno parte delle giogaie della Tarantasia, i cui terreni sono tra i sedimentosi i più antichi che appariscano, e che sieno distinguibili in tutta la catena. Resta pertanto probabile che nell'uno e nell'altro luogo esistano gli stessi terreni, ma che per qualche accidente in quelle regioni esplorate dal sig. Gras non siensi conservate, o forse anche non abbiano mai esistite le spoglie organiche, che caratterizzano così bene i terreni della Tarantasia, e la cui presenza toglierebbe tutta l'incertezza, in cui ci mettono le sole impronte vegetali. La qualità delle roccie, che in simili casi vuol essere tenuta in gran conto, punto non differisce ne'monti, che stiam paragonando, poichè la chiara e nitida descrizione, che di esse ci presenta il sig. Gras, mi accerta essere queste roccie le medesime che io osservai negli uni e negli altri terreni della formazione oolitica alpina; inoltre riconoscesi ancora una vera similitudine negli accidenti degli strati, nel giacimento loro, e nella ricchezza della sostanza combustibile che imprigionano; quindi dall'identità di tutti questi fatti noi crediamo poter asserire che il terreno descritto dal sig. Gras non alla formazione carbonosa, ma bensì alla giurassica s'appartenga.

La discordanza di stratificazione osservata dal sig. Gras tra il calcare belemnitico, e le sottostanti roccie antracitose non accresce la probabilità dell'esistenza di due formazioni, avvenendo spesso un simile contrasto tra terreni di una medesima epoca, come qui io credo sia il caso; anzi si è dall'aver osservato nelle Alpi tale discordanza, che mi venne l'idea essere desse formate di terreni diversi, come ho infine stabilito.

Ma se il modo mio di credere è così lontano da quello del sig. Gras riguardo al terreno antracitoso, pienamente si trova poi d'accordo in quanto ai terreni cristallini a questo sottoposti: non dubito che gran parte del terreno giudicato primitivo nelle Alpi provenga da particolari metamorfosi dei sedimenti inferiori al liasse. Io ebbi occasione di

accennare in una mia memoria un gneiss nella valle Formazza, giacente sotto le roccie oolitiche, che per risiedere con istratificazione discordante su altro gneiss maggiormente ricco di felspato, e di struttura alquanto differente, mi determinai a crederlo di questo più recente ed originato dalla metamorfosi di roccie sedimentose antiche. Al congresso degli scienziati in Pisa in occasione che da qualcuno si esponeva come nelle Alpi del Tirolo si rinvengano terreni inferiori al liasse mancanti nelle Alpi piemontesi, io fin d'allora esposi non essere impossibile, che quivi quegli stessi terreni abbiano acquistato l'aspetto e la struttura delle vere roccie primitive, per cui con queste si confondono; tuttavia il volere in certi casi distinguere il vero terreno primitivo dal metamorfosato potrebbe al presente essere cosa troppo precoce, non essendovi ancora un sufficiente numero di fatti ben conosciuti, e le osservazioni avendo limiti troppo ristretti. Ci giova però sperare, che i molti lavori e profondi studi, che tuttodì si van facendo su questi terreni, ci frutteranno un giorno bastanti lumi per distinguerli, ed allora si potrà sciorre l'importante questione, se cioè nelle nostre Alpi il terreno più antico sia il liasse, come ora dalla pluralità si ammette, ovvero se altri più antichi vi possano aver luogo; quindi preziose cognizioni si trarrebbero sulle epoche di emersione e di immersione di questa ragguardevole porzione del continente, e di molto si schiarirebbero le nostre idee sulla figura de'mari antichi, e sul luogo dove sorgessero le isole, la cui lussureggiante vegetazione fu poi sobbissata e dalle roccie plutoniche convertita in litantrace.

SCHIARIMENTI SULLA TAVOLA

Fig.ª 1.ª Spaccato rappresentante la soprapposizione del liasse sullo scisto primitivo di Naves. In esso si è indicato come si succedono le varie roccie del liasse, e come questo sia coperto dei terreni oolitico inferiore e antracitoso, senza però indicare l'ordine con cui si succedono le roccie in ciascuno di essi.

Fig.ª 2.ª Maniera con cui sono formate le valli tra l'Isera e la Duranza, e dove si scorge come avvenga che talora in alcune di esse gli strati sono nel verso *anticlinale*, e talora nel verso *senclinale*. Questa maniera di valli è stata pur anche riconosciuta dal celebre Thurmann nel Giura, da lui cotanto illustrato.

Fig.ª 3.ª Sollevamento senza rottura nei terreni stratificati, ossia gonfiamento a guisa di tumore.

Fig.ª 4.ª Sollevamento con rottura dei terreni stratificati, e uscita del terreno primitivo. Spesso in questo caso nelle Alpi i terreni stratificati si disposero in modo a figurare ciò che i Geologi chiamano *cratere di sollevamento*, come appunto si osserva al colle della Vanoise rappresentato in questa figura.

Fig.ª 5.ª Spaccato del monte Tabor, il quale presenta come sono colà piegati gli strati, e come gran parte di certi depositi sieno da incognite circostanze stati tolti.

Fig.ª 6.ª Rappresenta gli stessi strati piegati in due versi, per cui un terreno antico in un luogo apparisce superiore ad altro che lo è meno; mentre in un altro si vede nel suo vero ordine di soprapposizione.

Fig.ª 7.ª Spaccato in cui si scorge come nei monti circostanti a Barcellonetta il terreno cretaceo copra la formazione oolitica.

Fig.ª 8.ª Spaccato che dal monte Pebrun arriva sotto il lago del *Lauzanier*, onde dimostrare che la formazione cretacea è superiore ai tre terreni meno antichi della formazione oolitica; e come questi riposino poi immediatamente sulle roccie primitive.

1. Primitivo (Scisto Talcoso)
2. Psammite.
3. Calcare scistoso belemnitico.
4. Antracitoso.
5. Scisto argilloso con impronte vegetabili.
6. Arenaria.
7. Scisto argilloso belemnitico.
Liasse
8. Calcare scistoso con antrochi. (Liasse)
9. Poddinga. (Liasse superiore)
10. Scisti metamorfosati, e calcare di Villet. Terr. Oolitico inf.
11. Psammiti, arenaria con antraciti Terr. dell'Oxford-Clay.
Fig. 1.
Naves.
Oime.
Iser.
Fig. 2.
Tarantasia.
Bozon.
Moriana.
Valminier.
Valle de la Durance
Portlandien
Antracitoso
Oolitico
Liasse
Primitivo
Fig. 3.
Colle de la Vanoise
Fig. 4.
Antracitoso
Oolitico inf.
Liasse
Primitivo
M. Tabor.
Val-Stretto.
Fig. 5.
Bardonèche
Fig. 6.
M. S. Ors.
Fig. 7.
Barcelonetta.
Fig. 8.
Pas del Mul.
Lago du Lauzanier.
Piano Salsamoren.
M. Pebrun.
Calcare con fucoidi (Flysch)
Arenaria, e calcari marnosi cretacei inferiori.
Oolite di Portland, argilla di Kimmerige e coral-rag.
Terr. Antracitoso (Oxford-Clay)
Terr. Oolitico inf.
Liasse.
Terr. Primitivo.
Gesso nell'Oolite di Portland ecc.